

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Інженерно-технологічний факультет  
Кафедра харчових технологій

**П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а**  
до кваліфікаційної роботи  
ступеня вищої освіти «Магістр»  
на тему:

**Підвищення ефективності контролю якості та втрат маси насіння соняшнику  
при зберіганні його насипом**

**Виконала:** здобувачка вищої освіти 2 курсу,  
групи МгХТз-1-22  
освітньо-професійної програми «Харчові технології»  
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

\_\_\_\_\_ Вікторія БОРИСЕНКО

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Наталія СОВА

**Рецензент:** \_\_\_\_\_ Світлана ЦИС

Дніпро 2024

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

Ступінь вищої освіти: «Магістр»

Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

В.о. завідувача кафедри  
технології зберігання і переробки  
сільськогосподарської продукції,  
кандидат технічних наук, доцент  
\_\_\_\_\_ Віталій КОШУЛЬКО

«26» грудня 2023 р.

**З А В Д А Н Н Я  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЕВІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Борисенко Вікторії Костянтинівні

1. Тема роботи: «Підвищення ефективності контролю якості та втрат маси насіння соняшнику при зберіганні його насипом».

Керівник роботи: Сова Наталія Анатоліївна, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «26» грудня 2023 року № 4085.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 12 лютого 2024 року

3. Вихідні дані до роботи: 1. Наукова література. 2. Технологія зберігання насіння соняшнику

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1. Аналітичний огляд. 2. Методична частина. 3. Експериментальна частина. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 5. Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Посилання. Додатки.

## 5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Огляд літератури. 2. Мета та задачі досліджень. 3. Матеріали і методи дослідження. 4. Результати досліджень. 5. Організаційно-економічна частина. 6. Загальні висновки.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 6	Сова Н. А., доцент	26.12.2023	12.02.2024

7. Дата видачі завдання 12 грудня 2023 року.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	26.12.2023–30.12.2023	виконано
2	Огляд літератури	02.01.2024–12.01.2024	виконано
3	Матеріали і методи дослідження	13.01.2024–21.01.2024	виконано
4	Експериментальна частина	21.01.2024–01.02.2024	виконано
5	Організаційно-економічна частина	02.02.2024–05.02.2024	виконано
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	06.02.2024–07.02.2024	виконано
7	Загальний висновок та список використаних джерел	08.02.2024–09.02.2024	виконано
8	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	09.02.2024–12.02.2024	виконано

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_ Борисенко В. К.  
( підпис )

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Сова Н. А.  
( підпис )

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи містить: 70 сторінок друкованого тексту, 11 рисунків, 8 таблиць та використано 62 літературних джерела.

Метою кваліфікаційної роботи є обґрунтування втрат маси насіння соняшнику при зберіганні його насипом.

Об'єкт дослідження – процес зберігання насінневої суміші соняшнику.

Предмет дослідження – встановлення закономірностей зміни маси насінневої суміші соняшнику під час його зберігання насипом.

Розроблена узагальнена методика розрахунку можливих максимальних втрат маси насінневої суміші кондитерського соняшнику під час зберігання, яка включає наступні етапи: втрати при зважуванні; втрати при зміні вологості; втрати з урахування зміни фракційного складу; втрати при транспортуванні на вантажних автомобілях; втрати при вивантажуванні з вантажних автомобілів; втрати при виконанні технологічних операцій буртування, перекидання і завантаження; втрати при виникненні процесу її самонагрівання; втрати при затарюванні і вивантажуванні мішків.

Представлені приклади розрахунку можливих максимальних втрат маси насінневої суміші кондитерського соняшнику під час зберігання. Наведена характеристика вимірювального і технологічного обладнання.

Ключові слова: СОНЯШНИК, ЗБЕРІГАННЯ, НАСІННЯ, НАСИП, ВТРАТИ, ЕФЕКТИВНІСТЬ, МЕТОДИКА, ТЕХНОЛОГІЯ, ЯКІСТЬ.

## ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	9
1.1 Процеси, що відбуваються в зерновій масі при зберіганні	9
1.2 Чинники, що впливають на інтенсивність дихання	11
1.3 Класифікація та загальна характеристика режимів і способів зберігання	15
1.4 Висновки з розділу	16
2 МЕТОДИЧНА ЧАСТИНА	17
2.1 Програма досліджень	17
2.2 Методика розрахунку втрат насіння при зважуванні на вагах різних видів	18
2.3 Методика розрахунку втрат при зміні вологості насіння	19
2.4 Методика розрахунку втрат насіння при зберіганні з урахування зміни її фракційного складу	22
2.5 Методика розрахунку втрат при її транспортуванні насіння на вантажних автомобілях	26
2.6 Методика розрахунку втрат при вивантажуванні насіння з вантажних автомобілів	27
2.7 Методика розрахунку втрат насіння при виконанні технологічних операцій буртування, перекидання і завантаження	27
2.8 Методика розрахунку втрат насіння при виникненні процесу її самонагрівання	28
2.9 Методика розрахунку втрат насіння при затарюванні і вивантажуванні мішків	29
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	31
3.1 Приклади розрахунку можливих максимальних втрат маси насінневої суміші кондитерського соняшнику	31
3.2 Результати експериментальних досліджень процесу зберігання насіння соняшнику у буртах в закритих приміщеннях	41

3.3 Практичне впровадження отриманих результатів	45
3.4 Висновки з розділу	46
<b>4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ</b>	<b>48</b>
4.1 Охорона праці в приміщеннях для зберігання насіння соняшнику	48
4.2 Вимоги безпечної організації робіт до технологічних процесів	49
4.3 Вимоги до виробничого обладнання та організації робочих місць	53
4.4 Висновки з розділу	56
<b>5 ОРГАНІЗАЦІЙНО–ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА</b>	<b>57</b>
5.1 Організація виконання дослідження	57
5.2 Економічний розрахунок витрат на проведення дослідних робіт	58
5.3 Розрахунок вартості дослідних робіт	61
5.4 Висновки з розділу	61
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</b>	<b>62</b>
Бібліографія	64

## ВСТУП

Соняшник є основною культурою для вирощування олії в Україні, з посівною площею приблизно 3,4 млн. гектарів і потребою у посівному матеріалі на рівні 17 тисяч тонн [1, 2]. Однак, навіть при такому обсязі, в Україні вирощується і імпортується значно більше насіння соняшнику, що породжує необхідність тривалого зберігання цього насіння з урахуванням збереження його посівних і технологічних характеристик [3].

Оскільки насіння соняшнику може зберігатися більше року, важливо встановити ефективну систему захисту його ліпідного комплексу від негативного впливу різних факторів, що можуть виникати під час формування сім'янки, зберігання та подальшого вирощування [4, 5, 6].

Окрім цього, під час зберігання насіння соняшнику через фізико-хімічні процеси, які відбуваються у сім'янці, зменшується його маса. Це призводить до великих втрат маси закупленого насіння соняшнику, яку необхідно враховувати під час економічних розрахунків [7, 8].

Тому **мета досліджень** полягає у обґрунтуванні втрат маси насіння соняшнику при зберіганні його насипом.

Для досягнення цієї мети програма досліджень включала такі **завдання**:

- провести аналітичний огляд фізико-хімічних процесів, що відбуваються у насінні під час його зберігання;
- розробити методику визначення максимальних втрат маси насіння соняшнику при зберіганні його насипом;
- провести експериментальні дослідження процесу зберігання насіння соняшнику у виробничих умовах і дослідити втрати його маси;
- навести рекомендації щодо практичного впровадження отриманих результатів;
- привести інформаційний аналіз охорони праці та безпека в надзвичайних ситуаціях при зберіганні насіння соняшнику;

– провести організаційну і економічну оцінку результатів представлених досліджень

**Предмет дослідження** – встановлення закономірностей зміни маси насінневої суміші соняшнику під час його зберігання насипом.

**Об’єкт дослідження** – процес зберігання насінневої суміші соняшнику.



## 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

### 1.1 Процеси, що відбуваються в зерновій масі при зберіганні

Зернова маса є біоценозом, що представляє собою складну біологічну систему, що включає усі живі організми, і вона формується згідно з грецькими словами «bios» (життя) і «komos» (загальний). Процеси життєдіяльності внутрішніх компонентів зернової маси, таких як зерно та насіння, насіння бур'янів, мікроорганізми, комахи і кліщі, називають фізіологічними. Під час зберігання, фізіологічні процеси життєдіяльності зернової маси включають дихання, післязбиральне дозрівання та проростання. Особливістю цих процесів є те, що вони супроводжуються складними біохімічними змінами, і у деяких випадках, завдяки диханню та проростанню (з більш інтенсивним диханням), відбувається необхідна втрата сухої маси [9, 10, 11].

Знання закономірностей цих фізіологічних процесів та навички їх регулювання дозволяють покращити технологічні та насінневі характеристики, зменшити втрати сухих речовин зерна під час зберігання і подовжити термін придатності зернових мас [12, 13, 14].

Долговечність, в загальному розумінні, – це період, протягом якого зерно та насіння зберігають свої споживчі властивості. Існують три основних види довговечності: біологічна, господарська та технологічна.

Біологічна довговечність вказує на час, протягом якого навіть окремі насіння можуть здатні до проростання. Господарська довговечність означає повний збереження життєздатності насіння протягом певного періоду часу, і при цьому вони відповідають вимогам державних стандартів щодо всходів. Технологічна довговечність визначає строк зберігання, який забезпечує товарні характеристики зернової маси для використання її в їжу, як корм, або для технічних потреб [15, 16].

Залежно від тривалості біологічної довговечності, насіння всіх рослин поділяються на три групи: мікробіотики, які зберігаються здатними до проростання від кількох діб до 2 років; мезобіотики, які зберігаються здатними до

проростання від 2 до 14 років; і макробіотики, які зберігаються здатними до проростання від 14 до 100 років і більше. Наприклад, семена більшості сільськогосподарських культур, при сприятливих умовах зберігання, залишаються життєздатними протягом 5–10 років, і вони відносяться до мезобіотиків. Семена бобових культур, овесу, сорго та пшениці характеризуються високою довговічністю, у той час як семена жита, проса та тимофеевки менше довго житимуть [17, 18, 19].

Продовження періоду довговічності зерна та насіння визначається багатьма факторами, включаючи вид рослин, умови вирощування, стиглості, обробки та зберігання. Дослідження показали, що основною причиною поступової втрати життєздатності насіння (інакше кажучи, старіння) є інактивація ферментів зародку під впливом температурно-вологісного режиму зберігання. Також, було встановлено, що насіння, зберігані при кімнатній температурі (18–20 °C), старіють набагато швидше, ніж насіння, зберігані при температурі 5–10 °C.

Господарська довговічність більшості культур обмежується 2–4 роками, тому насіння потребують своєчасного оновлення. Технологічна довговічність насіння набагато вища, ніж господарська та біологічна довговічність. Наприклад, якість пшениці та ржі показує, що їхні борошняні і хлібопекарські властивості практично не знижуються протягом 7–10 років. Для зерна пшениці, яке було оброблено при м'яких режимах та збережено в охолодженому стані, технологічна довговічність може бути більшою за 10 років. Різкі температурні коливання та механічні впливи сприяють швидшому старінню зерна.

Для круп'яних культур старіння призводить до підвищеної крихкості ядра і зменшення виходу великої крупи. Довгострокове зберігання масляних культур призводить до розкладу та окислення жирів, що призводить до зменшення якості отриманої олії та її непридатності для харчування [20, 21].

Отже, довговечність зерна та насіння є важливим аспектом в сільському господарстві і зберіганні продуктів. Вона визначає, наскільки тривалим може бути зберігання та використання цих матеріалів у виробництві. Довговечність впливає на врожайність, якість продукції і ефективність господарської діяльності. Тому

дослідження та контроль за довговечністю зерна та насіння є важливим завданням для забезпечення стабільності і якості сільськогосподарського виробництва.

## 1.2 Чинники, що впливають на інтенсивність дихання

Дихання – необхідна умова існування живих організмів. Під час дихання відбувається обмін речовин, який включає процес перетворення та розкладу органічних речовин, переважно цукрів. У результаті вивільняється енергія, необхідна для підтримки життя. Витрачені цукри поповнюються в організмі через гідроліз або окислення більш складних запасних речовин, таких як крохмаль і/або жири. Під час зберігання зерна в умовах доступу до нього кисню повітря в зерні та насіннях переважає аеробне дихання, але воно супроводжується також анаеробним диханням [22].

Для характеристикації типу та інтенсивності дихання використовується показник – дихальний коефіцієнт  $K = \text{CO}_2/\text{O}_2$ . Якщо зерно дихає в повному відповідності з рівнянням аеробного дихання, то дихальний коефіцієнт  $K$  дорівнює 1, що свідчить про рівність об'ємів виділеного діоксиду вуглецю та поглинутого кисню. Умови аеробного дихання, які супроводжуються анаеробним диханням, призводять до збільшення об'єму виділеного діоксиду вуглецю без додаткового споживання кисню і, отже,  $K > 1$ . Явище, що відповідає умові  $K < 1$ , виникає, коли аеробне дихання відбувається за рахунок речовин, бідних киснем (наприклад, жири), і при цьому відбувається перетворення жирних кислот в цукор (у насіння масличних культур). Об'єм виділеного діоксиду вуглецю менше об'єму поглинутого кисню, оскільки частина поглинутого кисню витрачається на окислення жирів.

Отже, внаслідок дихання:

1. Відбувається безповоротна втрата сухої маси зерна, що слугує основою для стандартизації природного убутку зерна під час зберігання
2. У міжзерновому просторі накопичується вуглекислий газ, знижуючи вміст кисню. Це сприяє створенню умов для анаеробного дихання, що призводить

до пригнічення життєдіяльності зерна та зниження посівних якостей.

3. Виділяється значна кількість тепла, невелика частина якого витрачається на внутрішньоклітинні процеси, а більша частина зберігається в зерновій масі. За низької теплопровідності останньої це може призвести до самозагрівання зерна.

4. Отже, для забезпечення оптимального збереження зерна необхідно створити умови зберігання, які знижують інтенсивність дихання, зменшуючи активність життєдіяльності зерна, іншими словами, перевести його у стан анабіозу.

5. Анабіоз (від грецького «anabiosis» – оживлення) – це стан організму, при якому життєві процеси вкрай уповільнені, так що всі видимі ознаки життя відсутні.

6. Кількісна оцінка інтенсивності дихання і, отже, оцінка умов збереження та розміру втрат органічних речовин зерном при певних значеннях вологості, температури та доступу повітря ґрунтується на кількісному обліку: втрати маси сухої речовини зерна; виділення тепла; поглинення кисню та виділення діоксиду вуглецю. Інтенсивність процесу дихання виражають в одиницях маси (мг) та об'єму (см<sup>3</sup>) газу (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>) або тепла (Дж) і відносять до 100 г сухої речовини зерна.

*Інтенсивність дихання зерна* залежить від кількох основних чинників, включно з вологістю, температурою, доступом свіжого повітря, вихідним станом і якістю, характеристиками рослин, терміном зберігання і наявністю органічних домішок.

Вологість зернової маси. Вологу, яка пов'язана з речовинами зерна (так звана зв'язана волога), слід відрізняти від вільної вологи. До вільної вологи відноситься звичайна волога, яка випаровується з відкритої поверхні (наприклад, водоймів або якихось посудин). Згідно з цим визначенням до вільної вологи відноситься волога, яка не залишається на поверхні зерна після прання, у вигляді змочувального плівки, як показано нижче, вже вважається зв'язаною з зерном завдяки поверхневому натяженню.

*Фізико-механічна волога* – найменш міцно пов'язана з матеріалом зерна

волога. До неї відносяться волога змочування, тобто волога на поверхні зерна, а також капілярно-зв'язана волога, яка заповнює макро- і мікрокапіляри внаслідок безпосереднього контакту зерна з водою або захоплення пари з вологого повітря. Вважається, що фізико-механічно пов'язана волога зберігає свої початкові властивості, тобто властивості звичайної води. Проте за даними Е.Д. Казакова, ця волога, яка потрапляє в капіляри зерна, досить скоро відчуває напруження розтягування в них і має знижену щільність. Вона вступає в фізичні та хімічні взаємодії з компонентами стінок капіляра, зберігаючи при цьому (на початкових етапах взаємодії) свої фізичні властивості. З часом в капілярно-зв'язану вологу переходять розчинні речовини зерна, і склад розчину, у якому вона проникла в капіляр, змінюється, включаючи процеси, що відбуваються в самому розчині [23, 24, 25].

*Адсорбційно зв'язана волога* утворює на активній поверхні зерна (поле сил якої створюють енергетично насичені молекули та іони, чия міра вільної енергії є поверхневим натягінням) шар адсорбції водяної пари з атмосфери товщиною на кілька сотень діаметрів молекул води. Формування цього полімолекулярного шару починається з першого мономолекулярного шару поглиненої вологи, який має товщину в одну молекулу води – так званий мономолекулярний шар. Кожна з молекул води, виступаючи як диполь, притягується до точки адсорбції однією зі своїх положительно чи від'ємно заряджених кінців (інакше кажучи, у неї виникає орієнтоване положення), втрачає подвижність і створює на своєму зовнішньому поверхні нове поле сил з новим загальним зрізом можливої адсорбції та утворенням другого шару адсорбованої вологи. Останній, в свою чергу, притягує третій шар і так далі, супроводжуючи проникнення поглиненої вологи вглибина тіла мономолекулярного та наступних шарів адсорбованої вологи та утворення не тільки на зовнішніх, але і на внутрішніх поверхнях окремих макромолекул (міцелій). Внаслідок цього вільна поверхнева енергія зсувається з поверхні тіла на товщину мономолекулярного поглинутого шару вологи.

*Хімічно зв'язана волога* утворюється внаслідок хімічних реакцій і є найтривалішою. У цьому випадку вода входить у склад речовини зерна у точних

кількісних співвідношеннях і її можна видалити лише хімічним впливом або прокалюванням матеріалу.

Наявність різних форм взаємозв'язку вологи зумовлена структурою матеріалу та його хімічним складом. Усі матеріали можна розділити на три групи: капілярно-пористі, колоїдні та колоїдні капілярно-пористі. У капілярно-пористих матеріалах волога утримується капілярними силами (силами поверхневого натягнення), в колоїдних переважає осмотична волога, в колоїдних капілярно-пористих матеріалах міститься як капілярна, так і осмотична волога. Зерно відноситься до групи колоїдних капілярно-пористих матеріалів.

*Температура зернової маси.* Підвищення температури сприяє активізації дихання зерна (тобто збільшенню інтенсивності дихання) і веде до зростання життєдіяльності зерна. Подальше підвищення температури (вище порогу його термостійкості, який характеризується максимальною температурою нагріву зерна, при якій повністю зберігаються його початкові якості) призводить до коагуляції білків, інактивації ферментів та загибелі зерна.

Температура 0–10 °С знижує швидкість дихання вологих зерен. Використання під час зберігання зерна знижених температур обмежується морозостійкістю, нижче якої настає втрата життєздатності зерна.

Як термостійкість, так і морозостійкість зерна залежать від його вологості; чим нижче вологість, тим більше межі термостійкості і морозостійкості. Для забезпечення найкращих умов зберігання зерна щодо термостійкості і морозостійкості, згідно рекомендаціям М. Г. Голика і Н. Б. Воронюка, слід орієнтуватися на показники, що характеризують його сільськогосподарські якості.

*Контакт свіжого повітря із зерном.* Надмірний контакт свіжого повітря із зерновою масою призводить до посилення дихання. Зберігання зерна без доступу свіжого повітря (без вентиляції) знижує вміст кисню в повітрі між зернами та підвищує вміст вуглекислого газу. З одного боку, вуглекислий газ діє пригнічувально на мікрофлору зерна і змушує його та клітки тканини перейти до анаеробного дихання. З іншого боку, при тривалому зберіганні в середовищі з підвищеним вмістом вуглекислого газу та обмеженою кількістю кисню зерно

втрачає свої сільськогосподарські якості. Точно тому насінний матеріал під час зберігання обов'язково піддається систематичному вентиляванню, і партії зерна для харчового та фуражного призначення піддають активному вентиляванню виключно з метою зниження вологості або температури.

Ці фактори – вологість, температура і доступ повітря – є важливими аспектами для забезпечення якісного зберігання зерна і визначають інтенсивність дихання, що є важливим для збереження зернових культур.

### **1.3 Класифікація та загальна характеристика режимів і способів зберігання**

В залежності від параметрів навколишнього середовища і стану об'єктів зберігання за вологості та температурою виділяють наступні три режими зберігання:

- зберігання зерна і продуктів його переробки в сухому стані, тобто за наявності вологості нижче критичної;
- зберігання зерна і продуктів його переробки в охолодженому стані, тобто за температур, практично повністю пригнічують життєві функції всіх компонентів цих об'єктів зберігання;
- зберігання зерна і продуктів його переробки в безкисневому середовищі – в герметичних умовах, без доступу повітря.

Вибір певного режиму зберігання для партій зерна і продуктів його переробки та використання спеціальних технологічних методів обробки визначається комплексом факторів, таких як призначення та якість об'єктів зберігання, кліматичні особливості регіону зберігання, технічні можливості підприємства та техніко-економічна доцільність. Найкраща збереженість об'єктів тривалого зберігання при мінімальних витратах досягається за умови комбінації режимів, наприклад, зберігання в сухому та одночасно охолодженому стані або в сухому стані в безкисневому середовищі.

Можливість використання певного режиму зберігання зерна і продуктів його

переробки нерозривно пов'язана з необхідністю наявності на підприємстві спеціально обладнаних для цього сховищ та особливостями розміщення в них об'єктів зберігання, оскільки властивість сипкості зернових мас і продуктів його переробки дозволяє розміщувати ці об'єкти зберігання в різній тарі – від мішків до силосів. За цим ознакою виділяють такі способи зберігання: тарний – в мішках і безтарний (в насипному стані) – в складах, бункерах та силосах. Іноді зберігання зерна в складах називають насипним способом зберігання, а в бункерах, силосах і малих підсобках – закронним способом зберігання. По цьому ознаку розрізняють різні методи зберігання зерна і продуктів його переробки.

#### **1.4 Висновки з розділу**

В результаті аналітичного огляду встановлені основні процеси, що відбуваються в зерновій масі при зберіганні. Основним чинником зменшення маси зернової суміші є процес його дихання і обміну вологою. Встановлено, що внаслідок дихання виникають невідновні втрати сухої маси зерна, які слугують основою для нормування природних втрат зерна під час зберігання. В результаті аналізу режимів і способів зберігання зернової і насінневої суміші встановлена їх класифікація та наведена загальна характеристика.



## 2 МЕТОДИЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Програма досліджень

Об'єктом досліджень є процес зберігання насінневої суміші соняшнику.

Предмет дослідження – встановлення закономірностей зміни втрат маси насіння кондитерського соняшнику під час зберігання.

Програмою досліджень передбачено:

- розробити методику розрахунку можливих максимальних втрат насіння кондитерського соняшнику при її зважуванні на вагах різних видів;
- розробити методику розрахунку можливих максимальних втрат насіння кондитерського соняшнику при зміні її вологості із урахування похибки вимірювання;
- розробити методику розрахунку можливих природніх втрат насіння кондитерського соняшнику при зберіганні з урахування зміни її фракційного складу;
- розробити методику розрахунку можливих максимальних втрат насіння кондитерського соняшнику при її транспортуванні на вантажних автомобілях;
- розробити методику розрахунку можливих максимальних втрат насіння кондитерського соняшнику при вивантажуванні її з вантажних автомобілів;
- розробити методику розрахунку можливих максимальних втрат насіння кондитерського соняшнику при виконанні технологічних операцій буртування, перекидання і завантаження;
- розробити методику розрахунку можливих максимальних втрат насіння кондитерського соняшнику при виникненні процесу її самонагрівання;
- розробити методику розрахунку можливих максимальних втрат насіння кондитерського соняшнику при затарюванні і вивантажуванні мішків.

## 2.2 Методика розрахунку втрат насіння при зважуванні на вагах різних видів

Перевірка стану ваг і відповідності нормативної і технічної документації. Перед початком зважування вантажу необхідно переконатися у справності ваг, відповідності температури і вологості довкілля до заданих у технічній і нормативної документації; провести перевірку на присутність механічних факторів [26, 27].

Вимірювана маса вантажів не повинна перевищувати максимальне номінальне значення ваг і не бути меншою за мінімальне номінальне значення.

Ваги повинні бути повірені у відповідності до діючих нормативів у незалежних метрологічних організаціях [28].

Під час зважування суміші кондитерського соняшнику на вагах необхідно враховувати їх абсолютну інструментальну похибку  $\Delta M_{\text{інст.}}$  і похибку зчитування  $\Delta M_{\text{зч.}}$  [29, 30, 31, 32, 33].

Абсолютна інструментальна похибка ваг  $\Delta M_{\text{інст.}}$  вказується у технічній документації на них. Похибка вимірювань ваг у технічній документації може вказуватися у вигляді числа, таблиці для відповідного діапазону вимірювань, класу точності і відносної похибки.

У випадку представлення похибки вимірювань ваг у вигляді числа  $\Delta M_{\text{інст.}}$  прирівнюється до нього. У випадку представлення похибки вимірювань ваг у вигляді таблиці  $\Delta M_{\text{інст.}}$  прирівнюється до числа, яке зазначається для відповідного діапазону вимірювань. У випадку представлення похибки вимірювань ваг у вигляді класу точності абсолютна інструментальна похибка  $\Delta M_{\text{інст.}}$  визначається за [34]. У випадку представлення похибки вимірювань ваг у вигляді відносної похибки абсолютна інструментальна похибка  $\Delta M_{\text{інст.}}$  визначається за формулою [33]:

$$\Delta M_{\text{інст.}} = \varepsilon_M \cdot M / 100, \quad (2.1)$$

де  $\varepsilon_M$  – відносна похибка вимірювань ваг, %;

$M$  – значення маси, яке отримане в результаті вимірювання, кг (ц, т).

Похибка зчитування  $\Delta M_{зч.}$  визначається як половина ціни поділу шкали вимірювання ваги [33]:

$$\Delta M_{зч.} = M_{под.}/2, \quad (2.2)$$

де  $M_{под.}$  – ціна поділу шкали вимірювання ваги, кг (ц, т).

Абсолютна похибка вимірювання маси  $\Delta M$  розраховується за формулою [35]:

$$\Delta M = \Delta M_{інст.} + \Delta M_{зч.}, \quad (2.3)$$

де  $\Delta M_{інст.}$  – абсолютна інструментальна похибка ваг, кг (ц, т);

$\Delta M_{зч.}$  – похибка зчитування шкали вимірювання ваг, кг (ц, т).

При вимірюванні сумарної маси вантажу із урахуванням маси тари загальна абсолютна похибка вимірювання  $\Delta M$  визначається додаванням всіх помилок кожного зважування за формулою [36]:

$$\begin{aligned} \Delta M &= \sum_{i=1}^N (\Delta M_i + \Delta M_{т.i}) = \\ &= (\Delta M_1 + \Delta M_{т.1}) + (\Delta M_2 + \Delta M_{т.2}) + \dots + (\Delta M_N + \Delta M_{т.N}), \end{aligned} \quad (2.4)$$

де  $i$  – поточний номер вантажу;

$\Delta M_i$  – абсолютна похибка вимірювання маси  $i$ -ого вантажу, кг (ц, т);

$\Delta M_{т.i}$  – абсолютна похибка вимірювання маси тари  $i$ -ого вантажу, кг (ц, т);

$N$  – загальна кількість вантажів.

### 2.3 Методика розрахунку втрат при зміні вологості насіння

Під час зберігання суміші кондитерського соняшнику змінюється її вологість, що призводить до зміни її маси. Для розрахунку втрат маси насінневої суміші кондитерського соняшнику використовується формула [37, 38, 39, 40]:

$$\Delta M_w = M \cdot \frac{\overline{W}_п. - \overline{W}_к.}{100 - \overline{W}_к.}, \quad (2.5)$$

де  $M$  – загальна маса насінневої суміші кондитерського соняшнику, що зберігається на складі, кг (ц, т);

$W_{п.}$ ,  $W_{к.}$  – середні значення початкової і кінцевої вологості маса насінневої суміші кондитерського соняшнику, що зберігається на складі, %.

Вологість суміші кондитерського соняшнику визначається за допомогою вологоміра звичайним способом згідно [41]. Відбір проб проводиться згідно [42, 43]. Із середньої проби виділяють три робочі проби, масою, достатньою для заповнення стакана вологоміра.

Перевірка стану вологоміра і відповідності нормативної [44] і технічної документації. Перед початком вимірювання вологості необхідно переконатися у справності вологоміра, відповідності температури і вологості довкілля до заданих у технічній документації; провести перевірку на присутність механічних факторів.

Вологомір повинен бути повірений у відповідності до діючих нормативів у незалежних метрологічних організаціях [45].

Під час вимірювання вологості суміші кондитерського соняшнику за допомогою вологоміра необхідно враховувати його абсолютну інструментальну похибку  $\Delta W_{інст.}$ , похибку зчитування  $\Delta W_{зч.}$  і абсолютну випадкову похибку вимірювання  $\Delta W_{вип.}$  [29, 30, 31, 32, 33].

Абсолютна інструментальна похибка вологоміра  $\Delta W_{інст.}$  вказується у технічній документації на нього. Похибка вимірювань вологоміра у технічній документації може вказуватися у вигляді числа, таблиці для відповідного діапазону вимірювань, класу точності і відносної похибки.

У випадку представлення похибки вимірювань вологоміра у вигляді числа  $\Delta W_{інст.}$  прирівнюється до нього. У випадку представлення похибки вимірювань вологоміра у вигляді таблиці  $\Delta W_{інст.}$  прирівнюється до числа, яке зазначається для відповідного діапазону вимірювань. У випадку представлення похибки вимірювань вологоміра у вигляді класу точності абсолютна інструментальна похибка  $\Delta W_{інст.}$  визначається за [34]. У випадку представлення похибки вимірювань вологоміра у вигляді відносної похибки абсолютна інструментальна похибка  $\Delta W_{інст.}$  визначається за формулою [33]:

$$\Delta W_{інст.} = \varepsilon_w \cdot W / 100, \quad (2.6)$$

де  $\varepsilon_w$  – відносна похибка вимірювань вологоміра, %;

$W$  – значення вологості, яке отримане в результаті вимірювання, %.

Похибка зчитування  $\Delta W_{зч.}$  визначається як половина ціни поділу шкали вимірювання вологості [33]:

$$\Delta W_{зч.} = W_{под.}/2, \quad (2.7)$$

де  $W_{под.}$  – ціна поділу шкали вимірювання вологості, %.

Абсолютна випадкова похибка  $\Delta W_{вип.}$  вимірювань вологості, які проводились у  $N$ -кратній повторності розраховують у наступній послідовності.

Розраховується середнє значення вологості  $\bar{W}$  за формулою [46, 47, 48]

$$\bar{W} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N W_i = \frac{W_1 + W_2 + \dots + W_N}{N}, \quad (2.8)$$

де  $i$  – поточний номер вимірювання;

$W_i$  – виміряна вологість  $i$ -ої проби, %;

$N$  – загальна кількість вимірів.

Оцінюється середньоквадратичне відхилення  $S_w$  за формулою [46, 47, 48]

$$S_w = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (W_i - \bar{W})^2}{N(N-1)}} = \sqrt{\frac{(W_1 - \bar{W})^2 + (W_2 - \bar{W})^2 + \dots + (W_N - \bar{W})^2}{N(N-1)}}, \quad (2.9)$$

де  $\bar{W}$  – середнє значення вологості, %.

Абсолютна випадкова похибка  $\Delta W_{вип.}$  вимірювань вологості розраховується за формулою [46, 47, 48]

$$\Delta W_{вип.} = t_{0,95}(N) \cdot S_w, \quad (2.10)$$

де  $S_w$  – оцінка середньоквадратичного відхилення, %;

$t_{0,95}(N)$  – коефіцієнт Стюдента при довірчій ймовірності 0,95 для  $N$ -кратній повторності:  $t_{0,95}(2) = 12,7$ ;  $t_{0,95}(3) = 4,3$ ;  $t_{0,95}(4) = 3,2$ ;  $t_{0,95}(5) = 2,8$ ;  $t_{0,95}(6) = 2,6$ ;  $t_{0,95}(7-8) = 2,4$ ;  $t_{0,95}(9-10) = 2,3$ ;  $t_{0,95}(11-13) = 2,2$ ;  $t_{0,95}(14-20) = 2,1$  [47].

Абсолютна похибка вимірювання вологості  $\Delta W$  розраховується за формулою [46, 47, 48]:

$$\Delta W = \sqrt{(\Delta W_{\text{інст.}} + \Delta W_{\text{зч.}})^2 + \Delta W_{\text{вип.}}^2}, \quad (2.11)$$

де  $\Delta W_{\text{інст.}}$  – абсолютна інструментальна похибка вологоміра, %;  
 $\Delta W_{\text{зч.}}$  – похибка зчитування шкали вимірювання вологоміра, %;  
 $\Delta W_{\text{вип.}}$  – абсолютна випадкова похибка вимірювання вологості у N-кратній повторності, %.

Абсолютна похибка вимірювання втрат маси насінневої суміші кондитерського соняшнику при зміні її вологості  $\Delta M_{\Delta W}$  під час зберігання розраховується за формулою

$$\Delta M_{\Delta W} = M \cdot \frac{\overline{W}_{\text{п.}} - \overline{W}_{\text{к.}}}{100 - W_{\text{к.}}} \left[ \frac{\Delta M}{M} + \frac{\Delta W_{\text{п.}} + \Delta W_{\text{к.}}}{\overline{W}_{\text{п.}} - \overline{W}_{\text{к.}}} + \frac{\Delta W_{\text{к.}}}{100 - W_{\text{к.}}} \right], \quad (2.12)$$

де  $W_{\text{п.}}$ ,  $W_{\text{к.}}$  – значення початкової і кінцевої абсолютної похибки вимірювання вологості маса насінневої суміші кондитерського соняшнику, що зберігається на складі, %;

$\Delta M$  – загальна абсолютна похибка вимірювання маси насінневої суміші кондитерського соняшнику, кг (ц, т).

Сумарні можливі максимальні втрати маси насінневої суміші кондитерського соняшнику при зміні її вологості із урахування похибки вимірювання визначається за формулою

$$\Delta M_{\Sigma W} = \Delta M_W \pm \Delta M_{\Delta W}. \quad (2.13)$$

#### 2.4 Методика розрахунку втрат насіння при зберіганні з урахування зміни її фракційного складу

Природні втрати маси насіння кондитерського соняшнику відбувається внаслідок фізіологічних процесів. Що протікають в насінні. Через те, що її важко точно зафіксувати необхідно користуватися непрямими показниками, а саме зміною маси не ліквідної фракції в процесі зберігання [40].

Розмір втрат маси насінневої суміші кондитерського соняшнику від зниження маси неліквідної фракції розраховується за формулою [37, 38, 39, 40, 49, 50]

$$\Delta M_{\varepsilon} = \frac{(\overline{\varepsilon}_{\alpha-к.} - \overline{\varepsilon}_{\alpha-п.})}{100 - \varepsilon_{\alpha-п.}} (M - \Delta M_w), \quad (2.14)$$

де  $M$  – загальна маса насінневої суміші кондитерського соняшнику, що зберігається на складі, кг (ц, т);

$\Delta M_w$  – сумарні можливі максимальні втрати маси насінневої суміші кондитерського соняшнику при зміні її вологості, кг (ц, т);

$\overline{\varepsilon}_{\alpha-к.}$ ,  $\overline{\varepsilon}_{\alpha-п.}$  – середні значення початкової і кінцевої масової концентрації неліквідного насіння соняшнику, які пройшли крізь отвори решета  $\alpha$ , %.

Фракційний склад, наявність олійних і сміттєвих домішок насінневої суміші кондитерського соняшнику визначається за допомогою набору лабораторних решіт із розмірами отворів 4,5; 4,0; 3,8; 3,6 звичайним способом згідно [51].

Відбір проб проводиться згідно [42, 43] Із середньої проби виділяють 100 г насінневої суміші кондитерського соняшнику.

Зважування зразків проводять на лабораторних вагах відповідного класу точності і діапазону вимірювання [27].

Перевірка стану лабораторних ваг і відповідності нормативної [27, 28] і технічної документації.

Перед початком вимірювання маси зразків необхідно переконатися у справності лабораторних вагах, відповідності температури і вологості довкілля до заданих у технічній документації; провести перевірку на присутність механічних факторів [26, 27].

Лабораторні ваги повинен бути повірені у відповідності до діючих нормативів у незалежних метрологічних організаціях [28].

Під час вимірювання маси зразків суміші кондитерського соняшнику за допомогою лабораторних ваг необхідно враховувати їх абсолютну інструментальну похибку  $\Delta m_{інст.}$ , похибку зчитування  $\Delta m_{зч.}$  і абсолютну випадкову похибку вимірювання  $\Delta m_{вип.}$  [29, 30, 31, 32, 33].

Абсолютна інструментальна похибка лабораторних ваг  $\Delta m_{\text{інст.}}$  вказується у технічній документації на нього. Похибка вимірювань лабораторних ваг у технічній документації може вказуватися у вигляді числа, таблиці для відповідного діапазону вимірювань, класу точності і відносної похибки.

У випадку представлення похибки вимірювань лабораторних ваг у вигляді числа  $\Delta m_{\text{інст.}}$  прирівнюється до нього.

У випадку представлення похибки вимірювань лабораторних ваг у вигляді таблиці  $\Delta m_{\text{інст.}}$  прирівнюється до числа, яке зазначається для відповідного діапазону вимірювань.

У випадку представлення похибки вимірювань лабораторних ваг у вигляді класу точності абсолютна інструментальна похибка  $\Delta m_{\text{інст.}}$  визначається за [34].

У випадку представлення похибки вимірювань лабораторних ваг у вигляді відносної похибки абсолютна інструментальна похибка  $\Delta m_{\text{інст.}}$  визначається за формулою [33]:

$$\Delta m_{\text{інст.}} = \varepsilon_m \cdot m / 100, \quad (2.15)$$

де  $\varepsilon_m$  – відносна похибка вимірювань лабораторних ваг, %;

$m$  – значення маси зразка, яке отримане в результаті вимірювання, г.

Похибка зчитування  $\Delta m_{\text{зч.}}$  визначається як половина ціни поділу шкали вимірювання маси [33]:

$$\Delta m_{\text{зч.}} = m_{\text{под.}} / 2, \quad (2.16)$$

де  $m_{\text{под.}}$  – ціна поділу шкали вимірювання маси, г.

Абсолютна випадкова похибка  $\Delta m_{\text{вип.}}$  вимірювань маси зразка, які проводились у N-кратній повторності розраховують у наступній послідовності.

Розраховується середнє значення вологості  $\bar{m}$  за формулою [46, 47, 48]

$$\bar{m} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N m_i = \frac{m_1 + m_2 + \dots + m_N}{N}, \quad (2.17)$$

де  $i$  – поточний номер вимірювання;

$m_i$  – виміряна маса  $i$ -ої проби, г;

$N$  – загальна кількість вимірів.

Оцінюється середньоквадратичне відхилення  $S_w$  за формулою [46, 47, 48]



$$S_m = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (m_i - \bar{m})^2}{N(N-1)}} = \sqrt{\frac{(m_1 - \bar{m})^2 + (m_2 - \bar{m})^2 + \dots + (m_N - \bar{m})^2}{N(N-1)}}, \quad (2.18)$$

де  $\bar{m}$  – середнє значення маси, г.

Абсолютна випадкова похибка  $\Delta m_{\text{вип.}}$  вимірювань маси зразка розраховується за формулою [46, 47, 48]

$$\Delta m_{\text{вип.}} = t_{0,95}(N) \cdot S_m, \quad (2.19)$$

де  $S_m$  – оцінка середньоквадратичного відхилення, г;

$t_{0,95}(N)$  – коефіцієнт Стюдента при довірчій ймовірності 0,95 для N-кратній повторності:  $t_{0,95}(2) = 12,7$ ;  $t_{0,95}(3) = 4,3$ ;  $t_{0,95}(4) = 3,2$ ;  $t_{0,95}(5) = 2,8$ ;  $t_{0,95}(6) = 2,6$ ;  $t_{0,95}(7-8) = 2,4$ ;  $t_{0,95}(9-10) = 2,3$ ;  $t_{0,95}(11-13) = 2,2$ ;  $t_{0,95}(14-20) = 2,1$  [47].

Абсолютна похибка вимірювання маси зразка  $\Delta m$  розраховується за формулою [46, 47, 48]:

$$\Delta m = \sqrt{(\Delta m_{\text{інст.}} + \Delta m_{\text{зч.}})^2 + \Delta m_{\text{вип.}}^2}, \quad (2.20)$$

де  $\Delta m_{\text{інст.}}$  – абсолютна інструментальна похибка лабораторних ваг, %;

$\Delta m_{\text{зч.}}$  – похибка зчитування шкали вимірювання лабораторних ваг, %;

$\Delta m_{\text{вип.}}$  – абсолютна випадкова похибка вимірювання маси зразка у N-кратній повторності, %.

Середнє значення масової концентрації  $\bar{\varepsilon}_\alpha$  неліквідного насіння соняшнику, які пройшли крізь отвори решета  $\alpha$ , розраховується за формулою:

$$\bar{\varepsilon}_\alpha = 100 \% \cdot \frac{\bar{m}_\alpha}{100 \text{ г}}. \quad (2.21)$$

Абсолютна похибка масової концентрації  $\overline{\Delta \varepsilon}_\alpha$  неліквідного насіння соняшнику, які пройшли крізь отвори решета  $\alpha$  розраховується за формулою:

$$\overline{\Delta \varepsilon}_\alpha = 100 \% \cdot \frac{\overline{\Delta m}_\alpha}{100 \text{ г}}. \quad (2.22)$$

Абсолютна похибка вимірювання розміру втрат маси насінневої суміші кондитерського соняшнику від зниження маси неліквідної фракції розраховується за формулою

$$\Delta M_{\Delta \varepsilon} = \Delta M_{\varepsilon} \left[ \frac{\Delta \varepsilon_{\text{ак.}} + \Delta \varepsilon_{\text{ап.}}}{\varepsilon_{\text{ак.}} - \varepsilon_{\text{ап.}}} + \frac{\Delta \varepsilon_{\text{ап.}}}{100 - \varepsilon_{\text{ап.}}} + \frac{\Delta M + \Delta M_{\Delta W}}{M - \Delta M_{\text{W}}} \right]. \quad (2.23)$$

Сумарні можливі максимальні втрати маси насінневої суміші кондитерського соняшнику від зниження маси неліквідної фракції із урахування похибки вимірювання визначається за формулою:

$$\Delta M_{\Sigma \varepsilon} = \Delta M_{\varepsilon} \pm \Delta M_{\Delta \varepsilon}. \quad (2.24)$$

## 2.5 Методика розрахунку втрат при її транспортуванні насіння на вантажних автомобілях

Під час транспортування насінневої суміші кондитерського соняшнику на вантажних автомобілях можливо виникнення втрат, які пов'язані із похибкою зважування, зміною вологості і механічними втратами.

Втрати, які пов'язані із похибкою зважування  $\Delta M$  розраховуються відповідно до п. 2.2 даної методики.

У випадку коли відстань транспортування перевищує 1000 км втрати, які пов'язані зі зміною вологості  $\Delta M_{\Sigma W}$  перед початком транспортування і після його закінчення розраховуються відповідно до п. 2.3 даної методики.

Норми максимальних механічних втрат регламентуються відповідними нормативними документами [52].

Питомі максимальні механічні втрати на кожні 100 км насінневої суміші кондитерського соняшнику не повинні перевищувати наступні гранично-контрольні норми.

При перевезеннях вантажів насипом – 0,03 %

При перевезеннях вантажів в тарі (мішки, біг-беги) – 0,01 %

## 2.6 Методика розрахунку втрат при вивантажуванні насіння з вантажних автомобілів

Під час вивантажування насінневої суміші кондитерського соняшнику з вантажного автомобіля шляхом підйому кузова невелика частина насіння залишається на його стінках і в кутках.

Згідно досліджень [ 53 ] максимальні втрати насінневої суміші кондитерського соняшнику при вивантажуванні з вантажного автомобіля шляхом підйому кузова залежить від повноти наповнення кузова співвідношенням

$$\Delta M_{\text{вивант.}} = 3,5 \cdot h. \quad (2.25)$$

де  $\Delta M_{\text{вивант.}}$  – маса втрат насінневої суміші кондитерського соняшнику при вивантажуванні з вантажного автомобіля, кг;  
 $h$  – коефіцієнт наповнення кузова вантажного автомобіля насінням.

## 2.7 Методика розрахунку втрат насіння при виконанні технологічних операцій буртування, перекидання і завантаження

Під час виконанні технологічних операцій буртування, перекидання і завантаження насінневої суміші кондитерського соняшнику можливо виникнення втрат, які пов'язані із зміною вологості та фракційного складу і механічними втратами у вигляді пилу і неорганічних домішок [54].

Втрати, які пов'язані зі зміною вологості  $\Delta M_{\Sigma W}$  перед початком буртування, перекидання та завантаження і після їх закінчення розраховуються відповідно до п. 2 даної методики.

Втрати, які пов'язані зі зміною фракційного складу  $\Delta M_{\Sigma \varepsilon}$  перед початком буртування, перекидання та завантаження і після їх закінчення розраховуються відповідно до п. 3 даної методики.

Одноразові відносні механічні втрати у вигляді пилу і неорганічних домішок складають наступні значення.

Згідно протоколів випробувань для зернонавантажувачів і зернокидачів відносні механічні втрати у вигляді пилу і неорганічних домішок складають 0,03 %.

Згідно протоколів випробувань для фронтальних навантажувачів відносні механічні втрати у вигляді пилу і неорганічних домішок складають 0,01 %.

У разі виконання процесу буртування і перекидання насінневої суміші кондитерського соняшнику в період її зберігання враховуються тільки механічні втрати у вигляді пилу і неорганічних домішок.

## **2.8 Методика розрахунку втрат насіння при виникненні процесу її самонагрівання**

Біохімічні процеси властиві насіннєвій суміші кондитерського соняшнику відбуваються за участю різноманітних ферментів, що можуть привести до порушення дихання живих компонентів насіння і її теплопровідності. Саме таке порушення приводить до виникнення осередків локального процесу самонагрівання насінневої суміші кондитерського соняшнику [55, 56].

Для виключення причин, що призводять до самонагрівання, а також для своєчасного виявлення осередків локального самонагрівання насінневої суміші кондитерського соняшнику з моменту надходження і протягом всього періоду її зберігання здійснюються наступні періодичні процедури [57, 58].

Контроль температури насінневої суміші кондитерського соняшнику в буртах, мішках або біг-бегаг. Швидкість росту температури насінневої суміші не повинна перевищувати 5 °С/добу. При цьому температура не повинна перевищувати 15-25 °С в залежності від температури навколишнього середовища.

Контроль вологості насінневої суміші кондитерського соняшнику в буртах, мішках або біг-бегаг відповідно до [41, 42, 43]. Середнє значення вологості не повинно перевищувати 8 %.

Контроль запаху і кольору згідно з [59]. Запах і колір насінневої суміші кондитерського соняшнику повинен відповідати зарегламентованим для даного сорту або гібриду.

Контроль зараженості шкідниками згідно з [60]. Ступінь зараженості шкідниками не повинна перевищувати I (до 20 шт. включно в 1 кг середньої проби).

Контроль кислотного числа олії згідно з [61, 62]. Кислотне число олії насінневої суміші кондитерського соняшнику не повинно перевищувати 0,8 мгКОН/г.

У разі виявлення осередків локального самонагрівання насінневої суміші кондитерського соняшнику необхідно при присутності комісії відокремити все уражене насіння, вживши відповідні міри для припинення розповсюдження самонагрівання, зважити його на вагах із відповідним діапазоном вимірювання і визначити його вологість за допомогою вологоміра згідно [41, 42, 43]. Дане значення маси і є втратами маси  $\Delta M_{\text{согр.}}$  насінневої суміші кондитерського соняшнику при виникненні процесу її самонагрівання.

Втрати, які пов'язані із похибкою зважування  $\Delta M$  розраховуються відповідно до п. 1 даної методики.

## **2.9 Методика розрахунку втрат насіння при затарюванні і вивантажуванні мішків**

Під час виконанні технологічних операцій затарюванні насінневої суміші кондитерського соняшнику в мішки або біг-беги заданої маси можливо виникнення втрат, які пов'язані із похибкою зважування.

Втрати, які пов'язані із похибкою зважування  $\Delta M$  розраховуються відповідно до п. 1 даної методики.

Під час виконанні технологічних операцій вивантажуванні насінневої суміші кондитерського соняшнику з мішків або біг-бегів невелика кількість насінин залишаються у тарі, що призводить до втрат насіння соняшнику.

Згідно проведених досліджень встановлено, що залишок насінневої суміші кондитерського соняшнику в мішках після виконання операції вивантажування складає 0,02 % від загальної маси суміші.

Згідно проведених досліджень встановлено, що залишок насінневої суміші кондитерського соняшнику в біг-бегах після виконання операції вивантажування складає 0,01 % від загальної маси суміші.

### 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Приклади розрахунку можливих максимальних втрат маси насінневої суміші кондитерського соняшнику

*Приклад розрахунку можливих максимальних втрат насіння кондитерського соняшнику при її зважуванні.* Нехай зважування насінневої суміші кондитерського соняшнику проводилися на автомобільних електронних тензOMETричних вагах ВАТ-80 (рис. 3.1). Згідно технічної документації абсолютна інструментальна похибка  $\Delta M_{\text{інст.}}$  представлена у вигляді таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Абсолютна інструментальна похибка електронних тензOMETричних вагах ВАТ-80

Інтервал зважування, т	0,4 – 20	20 – 40	40 – 80
$\Delta M_{\text{інст.}}$ , кг	20	40	60



Рисунок 3.1 – Електронні тензOMETричні ваги ВАТ-80

Після важення 5 вантажних автомобілів із насінневої суміші кондитерського соняшнику встановлено відповідні маси:  $M_1 = 9420$  кг,  $M_2 = 8360$  кг,  $M_3 = 9880$  кг,  $M_4 = 9140$  кг,  $M_5 = 8260$  кг. При цьому маса не завантажених відповідних

автомобілів (тари) складала  $M_{Т.1} = 4120$  кг,  $M_{Т.2} = 3980$  кг,  $M_{Т.3} = 4080$  кг,  $M_{Т.4} = 4100$  кг,  $M_{Т.5} = 3960$  кг.

Загальна маса насінневої суміші кондитерського соняшнику складає  $M = M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 - (M_{Т.1} + M_{Т.2} + M_{Т.3} + M_{Т.4} + M_{Т.5}) = 9420 + 8360 + 9880 + 9140 + 8260 - (4120 + 3980 + 4080 + 4100 + 3960) = 24820$  кг.

Так як маси всіх вантажів підпадають у діапазон 0,4 – 20 т, то  $\Delta M_{\text{інст.}} = 20$  кг.

Так як ваги мають електронне табло то похибка зчитування  $\Delta M_{\text{зч}} = 0$ .

Тоді загальна абсолютна похибка вимірювання складає  $\Delta M = (20 + 20) \cdot 5 = 200$  кг.

Відповідно до проведених розрахунків при зважуванні 24820 кг насінневої суміші кондитерського соняшнику можливі максимальні її втрати складають 200 кг.

*Приклад розрахунку можливих максимальних втрат маси насінневої суміші кондитерського соняшнику при зміні її вологості із урахування похибки вимірювання.* Нехай на склад поступило 24820 кг насінневої суміші кондитерського соняшнику, яка була визначена на вагах і абсолютна похибка вимірювань згідно п. 1.5 складала  $\Delta M = 200$  кг.

Вологість насінневої суміші кондитерського соняшнику визначалося за допомогою вологоміра РМ-450 (рис 3.2). Згідно технічної документації абсолютна інструментальна похибка  $\Delta W_{\text{інст.}}$  представлена у вигляді таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Абсолютна інструментальна похибка вологоміра РМ-450

Інтервал вимірювання вологості, %	4 – 16	16 – 25	25 – 35
$\Delta W_{\text{інст.}}, \%$	0,6	1,2	1,5

Так як вологомір має електронне табло то похибка зчитування  $\Delta W_{\text{зч}} = 0$ .





Рисунок 3.2 – Вологомір РМ-450

Під час вимірювання вологості вологоміром РМ-450 на початку терміну зберігання отримані наступні значення: 9,2 %; 9,1 %; 9,4 %; 9,3 %; 10,4 %; 10,0 %; 8,8 %; 9,1 %; 8,3 %; 8,9 %.

Під час вимірювання вологості вологоміром РМ-450 в кінці терміну зберігання отримані наступні значення: 6,7 %; 7,1 %; 7,2 %; 6,4 %; 6,8 %; 7,1 %; 7,3 %.

Середнє значення початкової вологості  $\overline{W}_{п.}$  складає

$$\overline{W}_{п.} = \frac{9,2 + 9,1 + 9,4 + 9,3 + 10,4 + 10,0 + 8,8 + 9,1 + 8,3 + 8,9}{10} \approx 9,3 \%$$

Оцінка середньоквадратичного відхилення початкової вологості  $S_{wп}$  складає

$$S_{wп} = \sqrt{\frac{(9,2 - 9,3)^2 + (9,1 - 9,3)^2 + (9,4 - 9,3)^2 + (9,3 - 9,3)^2 + (10,4 - 9,3)^2 + (10,0 - 9,3)^2 + (8,8 - 9,3)^2 + (9,1 - 9,3)^2 + (8,3 - 9,3)^2 + (8,9 - 9,3)^2}{10(10 - 1)}} \approx 0,19 \%$$

Абсолютна випадкова похибка  $\Delta W_{\text{вип.п.}}$  вимірювань початкової вологості складає  $\Delta W_{\text{вип.п.}} = 2,3 \cdot 0,19 = 0,43 \%$ .

Абсолютна похибка вимірювання початкової вологості  $\Delta W_{\text{п.}}$  складає

$$\Delta W_{\text{п.}} = \sqrt{(0,6 + 0)^2 + 0,43^2} \approx 0,74 \%$$

Середнє значення кінцевої вологості  $\overline{W}_{\text{к.}}$  складає

$$\overline{W}_{\text{к.}} = \frac{6,7 + 7,1 + 7,2 + 6,4 + 6,8 + 7,1 + 7,3}{7} \approx 6,9 \%$$

Оцінка середньоквадратичного відхилення кінцевої вологості  $S_{W_{\text{п}}}$  складає

$$S_{W_{\text{к.}}} = \sqrt{\frac{(6,7 - 6,9)^2 + (7,1 - 6,9)^2 + (7,2 - 6,9)^2 + (6,4 - 6,9)^2 + (6,8 - 6,9)^2 + (7,1 - 6,9)^2 + (7,3 - 6,9)^2}{7(7 - 1)}} \approx 0,12 \%$$

Абсолютна випадкова похибка  $\Delta W_{\text{вип.к.}}$  вимірювань кінцевої вологості складає  $\Delta W_{\text{вип.к.}} = 2,4 \cdot 0,12 = 0,29 \%$ .

Абсолютна похибка вимірювання кінцевої вологості  $\Delta W_{\text{к.}}$  складає

$$\Delta W_{\text{к.}} = \sqrt{(0,6 + 0)^2 + 0,29^2} = 0,67 \%$$

Втрати маси насінневої суміші кондитерського соняшнику складають

$$\Delta M_{\text{w}} = 24820 \cdot \frac{9,3 - 6,9}{100 - 6,9} \approx 615 \text{ кг.}$$

Абсолютна похибка вимірювань втрат насіння кондитерського соняшнику при зміні її вологості складає

$$\Delta M_{\Delta w} = 24820 \cdot \frac{9,3 - 6,9}{100 - 6,9} \left[ \frac{200}{24820} + \frac{0,74 + 0,67}{9,3 - 6,9} + \frac{0,67}{100 - 6,9} \right] \approx 384 \text{ кг.}$$

За формулою (2.9) сумарні можливі максимальні втрати насіння кондитерського соняшнику при зміні її вологості із урахування похибки вимірювання складають  $\Delta M_{\Sigma w} = 615 \pm 384 \text{ кг.}$

*Приклад розрахунку можливих природніх втрат насінневої суміші кондитерського соняшнику при зберіганні з урахуванням зміни її фракційного*

складу. Нехай на склад поступило 24820 кг насінневої суміші кондитерського соняшнику, яка була визначена на вагах.

Фракційний склад насінневої суміші кондитерського соняшнику визначався за допомогою лабораторних ваг ТЕХНОВАГИ ТВЕ-0.6 (рис. 3.3). Згідно технічної документації абсолютна інструментальна похибка складала  $\Delta m_{\text{інст.}} = 0,1$  г.



Рисунок 3.3 – Лабораторні ваги ТЕХНОВАГИ ТВЕ-0.6

Так як лабораторні ваги мають електронне табло то похибка зчитування  $\Delta m_{\text{зч}} = 0$ .

За неліквідну фракцію насінневої суміші кондитерського соняшнику було прийнято прохід з лабораторних решіт із отворами 4,0 (рис. 3.4).

Під час вимірювання маси зазначеної фракції 4,0- на початку терміну зберігання отримані наступні значення: 11,87 г, 10,52 г, 9,35 г, 12,95 г, 10,57 г, 10,88 г, 10,84 г, 11,01 г, 11,84 г, 11,57 г.

Під час вимірювання маси зазначеної фракції 4,0- в кінці терміну зберігання отримані наступні значення: 13,5 г, 12,85 г, 12,18 г, 12,96 г, 13,46 г, 14,01 г, 12,29 г.

Середнє значення початкової маси фракції 4,0-  $\overline{W}_{\text{п.}}$  складає

$$\overline{m}_{4,0-\text{п.}} = \frac{11,87 + 10,52 + 9,35 + 12,95 + 10,57 + \dots}{10}$$

$$\frac{+10,88 + 10,84 + 11,01 + 11,84 + 11,57}{10} \approx 11,1 \text{ г.}$$



Рисунок 3.4 – Розсів лабораторний РЛУ-3

Оцінка середньоквадратичного відхилення початкової маси фракції 4,0-  $S_{\text{мп}}$  складає

$$S_{\text{мп.}} = \sqrt{\frac{(11,87 - 11,1)^2 +}{10(10 - 1)} + \frac{(10,52 - 11,1)^2 + (9,35 - 11,1)^2 + (12,95 - 11,1)^2 + (10,57 - 11,1)^2 + (10,88 - 11,1)^2 +}{10(10 - 1)} + \frac{(10,84 - 11,01)^2 + (11,84 - 11,1)^2 + (11,57 - 11,1)^2}{10(10 - 1)}} \approx 0,31 \text{ г.}$$

Абсолютна випадкова похибка  $\Delta m_{\text{вип.п.}}$  вимірювань початкової маси фракції 4,0- складає  $\Delta m_{\text{вип.п.}} = 2,3 \cdot 0,31 \approx 0,70 \text{ г.}$

Абсолютна похибка вимірювання початкової маси фракції 4,0-  $\Delta m_{\text{п.}}$  складає

$$\Delta m_{п.} = \sqrt{(0,1 + 0)^2 + 0,70^2} \approx 0,71 \text{ г.}$$

Середнє значення кінцевої маси фракції 4,0-  $\overline{W}_{к.}$  складає

$$\overline{m}_{к.} = \frac{13,5 + 12,85 + 12,18 + 12,96 + 13,46 + 14,01 + 12,29}{7} \approx 13,0 \text{ г.}$$

Оцінка середньоквадратичного відхилення кінцевої маси фракції 4,0-  $S_{мк.}$  складає

$$S_{мк.} = \sqrt{\frac{(13,5 - 13,0)^2 + (12,85 - 13,0)^2 + (12,18 - 13,0)^2 + (12,96 - 13,0)^2 + (13,46 - 13,0)^2 + (14,01 - 13,0)^2 + (12,29 - 13,0)^2}{7(7-1)}} \approx 0,25 \text{ г.}$$

Абсолютна випадкова похибка  $\Delta m_{вип.к.}$  вимірювань кінцевої маси фракції 4,0- складає  $\Delta m_{вип.к.} = 2,1 \cdot 0,25 \approx 0,62 \text{ г.}$

Абсолютна похибка вимірювання кінцевої маси фракції 4,0-  $\Delta m_{к.}$  складає

$$\Delta m_{к.} = \sqrt{(0,1 + 0)^2 + 0,62^2} \approx 0,63 \text{ г.}$$

Середнє значення масової концентрації неліквідного насіння соняшнику, які пройшли крізь отвори решета 4,0 складають:

$$\overline{\varepsilon}_{4,0-п.} = 100 \% \cdot \frac{11,1 \text{ г}}{100 \text{ г}} \approx 11,1 \%, \quad \overline{\varepsilon}_{4,0-к.} = 100 \% \cdot \frac{13,0 \text{ г}}{100 \text{ г}} \approx 13,0 \%$$

Абсолютна похибка масової концентрації неліквідного насіння соняшнику, які пройшли крізь отвори решета 4,0 складають:

$$\overline{\Delta \varepsilon}_{п.} = 100 \cdot \frac{0,71}{100} = 0,71 \%, \quad \overline{\Delta \varepsilon}_{к.} = 100 \cdot \frac{0,63}{100} = 0,63 \%$$

Розмір втрат насіння кондитерського соняшнику від зниження маси неліквідної фракції складає

$$\Delta M_{\varepsilon} = \frac{(13,0 - 11,1)}{100 - 11,1} (24820 - 615) = 516 \text{ кг.}$$

Абсолютна похибка вимірювання розміру втрат насіння кондитерського соняшнику від зниження маси неліквідної фракції складає:

$$\Delta M_{\Delta\epsilon} = 516 \cdot \left[ \frac{0,71 + 0,63}{13,0 - 11,1} + \frac{0,63}{100 - 11,1} + \frac{200 + 384}{24820 - 615} \right] = 379 \text{ кг.}$$

Сумарні можливі максимальні втрати насіння кондитерського соняшнику від зниження маси неліквідної фракції із урахування похибки вимірювання складають  $\Delta M_{\Sigma\epsilon} = 516 \pm 379$  кг.

*Приклад розрахунку можливих максимальних втрат насіння кондитерського соняшнику при її транспортуванні на вантажних автомобілях.* Нехай транспортування 4860 кг насінневої суміші кондитерського соняшнику насипом у вантажному автомобілі проводилися на відстань 683 км. Перед початком руху вантажного автомобіля і після його закінчення зважування проводилися двічі (повна маса і маса тари) на автомобільних електронних тензометричних вагах ВАТ-80. Згідно технічної документації абсолютна інструментальна похибка  $\Delta M_{\text{інст.}}$  представлена у вигляді таблиці 3.1.

Так як маса вантажу підпадає у діапазон 0,4 – 20 т, то  $\Delta M_{\text{інст.}} = 20$  кг.

Так як ваги мають електронне табло то похибка зчитування  $\Delta M_{\text{зч}} = 0$ .

Тоді загальна абсолютна похибка вимірювання складає  $\Delta M = (20 + 20) \cdot 2 = 80$  кг.

Максимальні механічні втрати насінневої суміші кондитерського соняшнику при перевезенні складають  $4860 \cdot (0,03 / 100) \cdot (683 / 100) \approx 10$  кг.

Тоді сумарні можливі максимальні втрати 4860 кг насінневої суміші кондитерського соняшнику при її транспортуванні на вантажних автомобілях насипом на відстань 683 км складають  $80 + 10 = 90$  кг.

*Приклад розрахунку можливих максимальних втрат насіння кондитерського соняшнику при вивантажуванні її з вантажних автомобілів.* Нехай вивантажується 4860 кг насінневої суміші кондитерського соняшнику з вантажному автомобілі насипом. Кузов вантажного автомобіля заповнено повністю ( $h = 1$ ).

Максимальні втрати насінневої суміші кондитерського соняшнику при вивантажуванні з вантажного автомобіля складають 3,5 кг, що є  $3,5 \cdot 100 / 4860 = 0,07$  %.



*Приклад розрахунку можливих максимальних втрат насіння кондитерського соняшнику при виконанні технологічних операцій буртування, перекидання і завантаження. Нехай в складському приміщенні двічі виконувався процес перекидання 100000 кг насінневої суміші кондитерського соняшнику, який зберігається насипом. Перекидання і формування бурта виконується скребковим зерноавантажувачів тиру ПЗС-160 (рис. 3.5).*



Рисунок 3.5 – Скребковий зерноавантажувач тиру ПЗС-160

В зв'язку з тим, що процес буртування і перекидання насінневої суміші кондитерського соняшнику виконується в період її зберігання, то враховується враховуються тільки механічні втрати у вигляді пилу і неорганічних домішок.

Механічні втрати у вигляді пилу і неорганічних домішок складають  $100000 \cdot 2 \cdot 0,03 / 100 = 60$  кг.

*Приклад розрахунку можливих максимальних втрат насіння кондитерського соняшнику при виникненні процесу її самонагрівання. Під час запланованого огляду*

складського приміщення із насінневою сумішшю кондитерського соняшнику, яка зберігається у буртах було виявлено осередок локального самонагрівання.

У складі комісії даний осередок було вилучено із загальної маси і праведно його зважування на електронних тензометричних вагах типа ВСП4-1000А (рис. 3.6). Згідно технічної документації абсолютна інструментальна похибка яких складає  $\Delta M_{\text{інст.}} = 0,4$  кг.



Рисунок 3.6 – Електронні тензометричні ваги типа ВСП4-1000А

Встановлено масу вилученого насіння, яка складає 523,6 кг.

Так як ваги мають електронне табло, то похибка зчитування  $\Delta M_{\text{зч}} = 0$ .

Враховуючи похибку вимірювання загальна маса насінневої суміші кондитерського соняшнику при виникненні процесу її самонагрівання складає  $523,6 \text{ кг} + 0,4 \text{ кг} = 524 \text{ кг}$ .

*Приклад розрахунку можливих максимальних втрат насіння кондитерського соняшнику при затарюванні і вивантажуванні мішків.* Нехай затарювання 1000 кг насінневої суміші кондитерського соняшнику в мішки (маса 0,06 кг) по 25 кг і відповідне зважування проводилися на електронних тензометричних вагах типа ТВ1-150. Згідно технічної документації абсолютна інструментальна похибка яких складає  $\Delta M_{\text{інст.}} = 0,01$  кг.

Так як ваги мають електронне табло, то похибка зчитування  $\Delta M_{\text{зч}} = 0$ .

Загальна абсолютна похибка вимірювання  $1000 \text{ кг} / 25 \text{ кг} = 40$  мішків насінневої суміші кондитерського соняшнику при затарюванні складає  $\Delta M = 40 \cdot 0,01 = 0,4$  кг.



Нехай вивантажування насінневої суміші кондитерського соняшнику проводиться з 1000 шт. мішків по 25 кг.

Відповідно загальна маса насінневої суміші кондитерського соняшнику складає  $1000 \text{ шт.} \cdot 25 \text{ кг} = 25000 \text{ кг}$ .

Залишок насінневої суміші кондитерського соняшнику в мішках після виконання операції вивантажування складає  $25000 \cdot 0,02 / 100 = 5 \text{ кг}$ .

### 3.2 Результати експериментальних досліджень процесу зберігання насіння соняшнику у буртах в закритих приміщеннях

Аналіз за динамікою зміни маси насіння під час зберігання у буртах в закритих приміщеннях проводився в реальних умовах виробництва.

Зберігання насіння соняшнику відбувалося в період з 12.10.2022 по 19.07.2023 р. На протязі цих 10 місяців відбувалось завантаження і розвантаження складського приміщення насіння соняшника з використанням вантажного автотранспорту різною вантажопідйомності. Гістограма приходу і уходу маси насіння наведено на рис. 3.7.

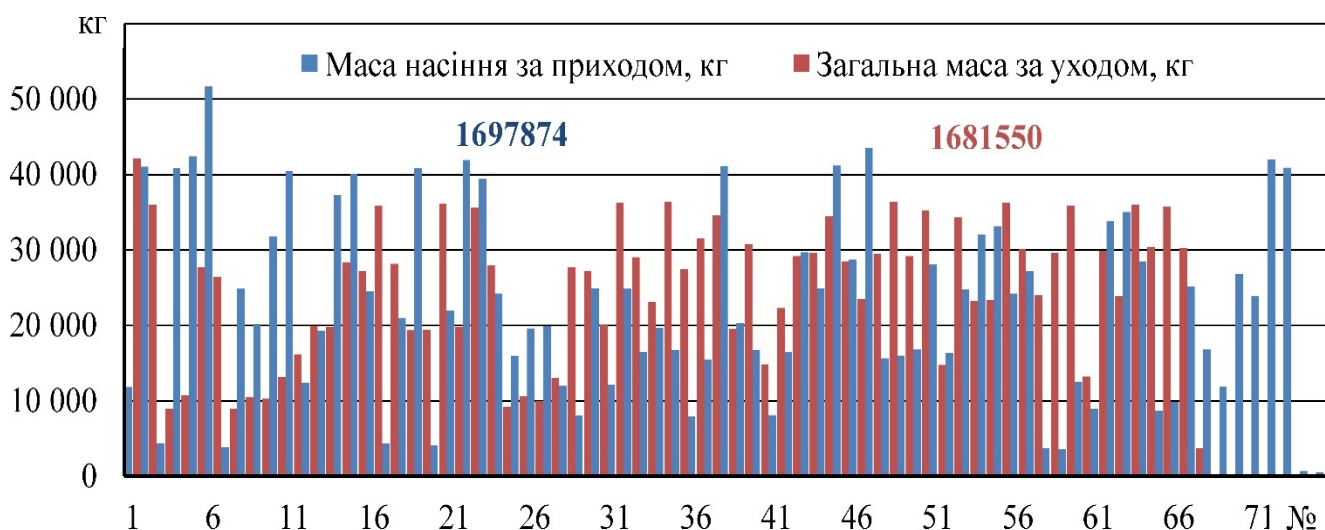


Рисунок 3.7 – Гістограма приходу і уходу маси насіння

При цьому у кожній партії за приходом і уходом визначалась вологість і фракційний склад насіння. Гістограма зміни вологості за приходом і уходу маси насіння наведено на рис. 3.8. Гістограма зміни фракційного складу за приходом і уходу маси насіння наведено на рис. 3.9.

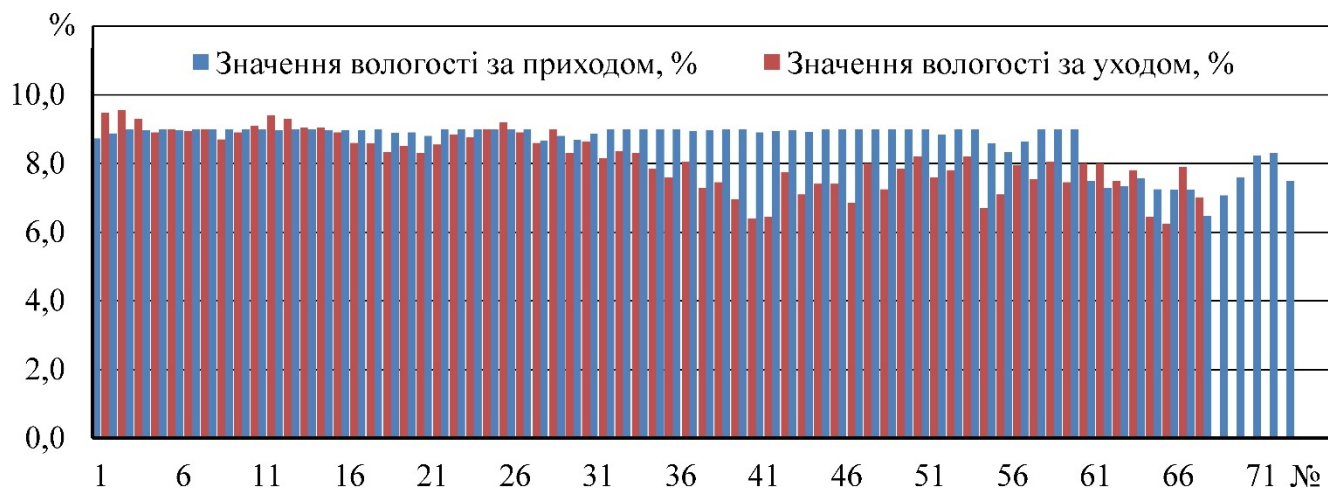


Рисунок 3.8 – Гістограма зміни вологості за приходом і уходу маси насіння

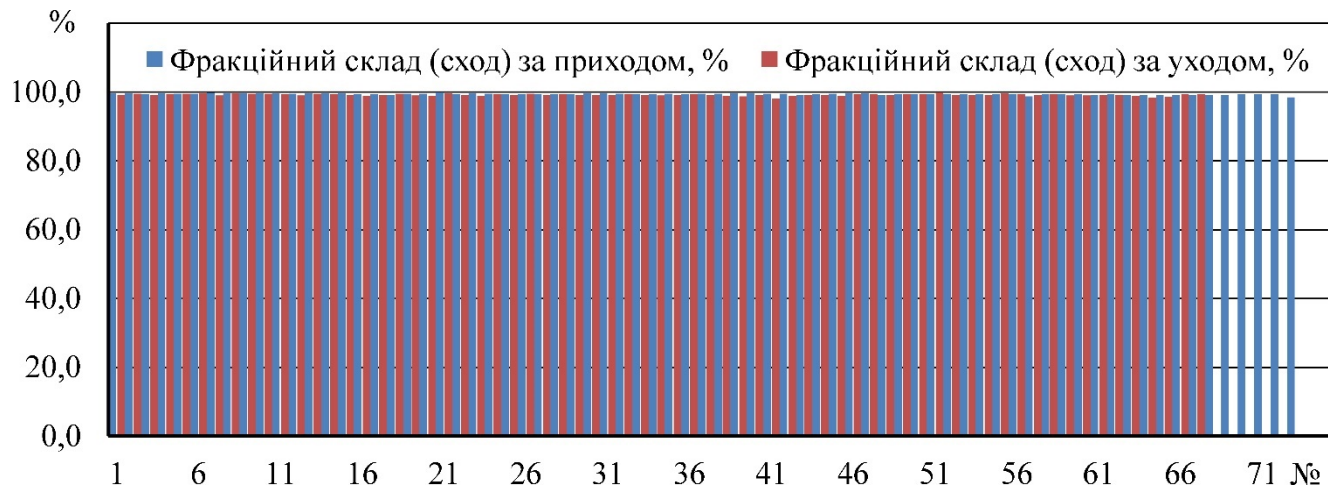


Рисунок 3.9 – Гістограма зміни вологості за приходом і уходу маси насіння

Як видно з рис. 3.7 в приміщення загалом прийшло 1697874 кг, а убрали 1681550 кг, що на 15517 кг менше. Тобто практично 15,5 т маси насінневої суміші зникло. Тому необхідно обґрунтувати таку втрату маси, враховуючи представлену методику в розділі 2.

Кожні 3-4 дні відбувалися візування насінневої суміші із визначенням його вологості, фракційного складу тощо. Тому для кожного місяця можна було розрахувати відповідні втрати і проводити списання маси насінневої суміші. Результати досліджень по кожному місяці приведено в таблиці додатку.

Маса насіння насінневої суміші на складі на початковий і кінцевий момент візування із втратами на візуванні приведено на рис. 3.10. В свою чергу маса для списання (-) або додавання (+) на ведена на рис. 3.11.

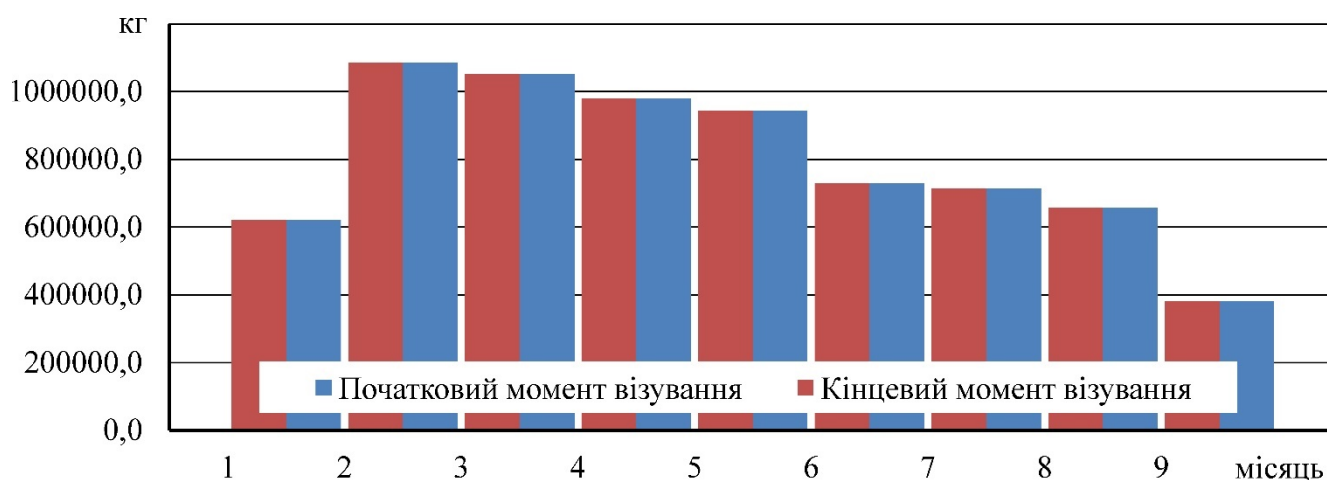


Рисунок 3.10 – Маса насіння насінневої суміші на складі на початковий і кінцевий момент візування

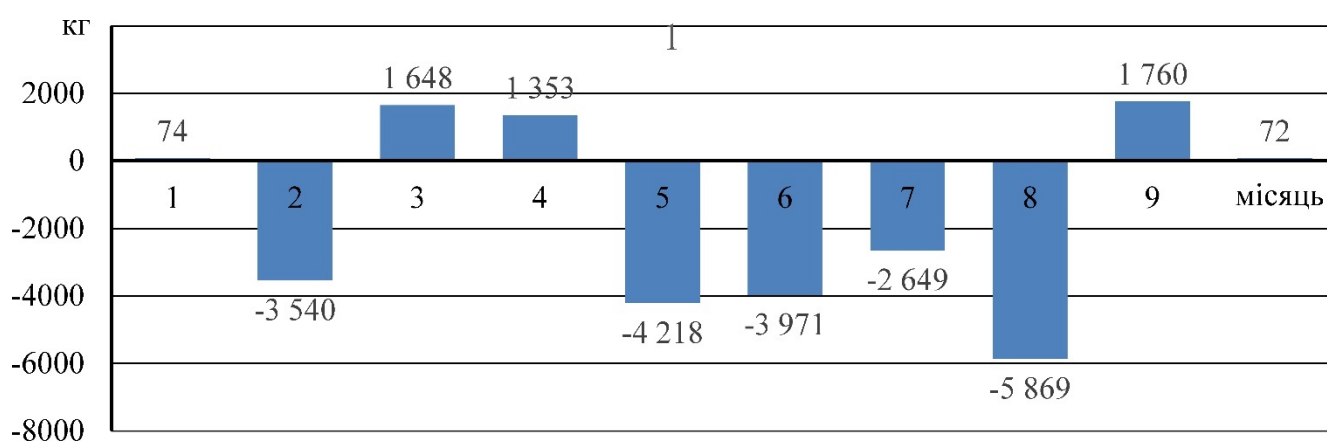


Рисунок 3.11 – Маса для списання (-) або додавання (+) насінневої суміші на складі протягом 10 місяців

Як видно з рисунку 3.11 маса у деякі місяці (1, 3, 4, 9) спостерігається підвищення маси насінневої суміші на складі. Це пов'язано із підвищенням вологи в приміщенні практично на 2 %.

Після розрахунку річних втрат на масі насінневої суміші, то їх можна узагальнити у вигляді таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати розрахунку річних втрат маси насінневої суміші під час зберігання

<b>1. Втрати на візуванні</b>	
Сумарні втрати на візуванні, кг	807
<b>2. Розрахунок можливих максимальних втрат насіння кондитерського соняшнику при її зважуванні на вагах</b>	
<b>Загальна маса за приходом, кг</b>	<b>1697874</b>
Кількість машин	3
Інструментальна похибка машини за приходом, кг	30
Інструментальна похибка тари за приходом, кг	0
Втрати маси при зважуванні кожної машини за приходом, кг	30
Загальні втрати маси при зважуванні за приходом, кг	2860
<b>Загальна маса за уходом, кг</b>	<b>1681550</b>
Кількість машин	10
Інструментальна похибка машини за уходом, кг	100
Інструментальна похибка тари за уходом, кг	0
Втрати маси при зважуванні кожної машини за уходом, кг	100
Загальні втрати маси при зважуванні за уходом, кг	4080
<b>3. Розрахунок можливих максимальних втрат маси насінневої суміші кондитерського соняшнику при зміні її вологості із урахування похибки вимірювання</b>	
Сумарні втрати за рахунок зміни вологості, кг	11652
Сумарна абсолютна похибка вимірювань втрат за рахунок зміни вологості, кг	3961
<b>4. Розрахунок природніх втрат насіння суміші кондитерського соняшнику при зберіганні з урахування зміни її фракційного складу, вологості і похибки вимірювання</b>	
Сумарні втрати маси за рахунок зниження маси неліквідної фракції, кг	3821
Сумарна абсолютна похибка вимірювань втрат маси за рахунок зниження маси неліквідної фракції, кг	1616
<b>5. Втрати на вивантажуванні</b>	
Сумарні втрати маси при вивантажуванні, кг	11

<b>6. Втрати при виконанні технологічної операцій завантаження</b>	
Сумарні втрати маси при виконанні технологічної операцій завантаження, кг	13
<b>7. Втрати при виконанні технологічних операцій буртування і перекидання</b>	
Сумарні втрати маси при виконанні технологічних операцій буртування і перекидання, кг	0
<b>8. Загальні втрати, кг</b>	
Похибка вимірювання маси	6940
Похибка вимірювання вологості	3961
Похибка вимірювання маси неліквідної фракції	1616
<b>9. Реальна нестача</b>	
<b>10. Процент списання за приходом, %</b>	
<b>11. Різниця між реальним і розрахованим, кг</b>	
	<b>44</b>

Аналіз табл. 3.1 дає змогу стверджувати про достатньо високу точність обрахунку річних втрат маси насінневої суміші під час зберігання. Так різниця між реальним і розрахованим складає всього 44 кг.

### 3.3 Практичне впровадження отриманих результатів

Під час закупівлі та приймання насіння соняшнику різних сортів і гібридів переробні підприємства повинні використовувати розроблену "Методику визначення неліквідного насіння соняшнику в насінневих сумішах". Дана методика заснована на використанні маркерів насіння, таких як форма, геометричні розміри і колір, які використовуються для ідентифікації рослин, що належать до певного гібриду або сорту. Використання цієї методології дало змогу уникнути приймання несортованого насіння в насінневих сумішах від постачальників, що запобігає фальсифікації насіння під час отримання.

Відповідно до "Методики визначення несортового насіння соняшнику в насінневих сумішах" виконуються такі дії:

1. Відбирають проби від партій насіння відповідно до встановлених стандартів, таких як ДСТУ 4601:2006, ГОСТ 10852-86, ГОСТ 29142-91, ДСТУ 3355-96, ДСТУ ISO 542:2006. Кількість зразків залежить від обсягу (маси) партії.

2. Отримати дані про характеристики сорту або гібриду насіння соняшнику з опису, зареєстрованого в Управлінні з охорони прав на сорти рослин
3. Для кожного зразка визначають морфологічні та технічні характеристики суміші насіння соняшнику.
4. Порівнюють всі проби між собою та з ознаками, зазначеними в описі сорту або гібриду за кожним показником, розраховують середні значення, середньоквадратичні відхилення, абсолютні та відносні відхилення показників.
5. Для кожної проби визначають біохімічні характеристики насінневої суміші соняшнику, такі як кислотне число, олійність, вміст протеїну, а також можливість визначення інших параметрів, таких як жирно-кислотний склад олії, активність ліпази та вміст цукрів.
6. Порівнюють результати біохімічного аналізу всіх проб між собою та з ознаками, зазначеними в описі сорту або гібриду за кожним визначеним параметром, розраховують середні значення, середньоквадратичні відхилення, абсолютні та відносні відхилення параметрів.
7. Усі отримані дані об'єднуються в таблиці для подальшого аналізу та прийняття рішення щодо якості насіння.

### **3.4 Висновки з розділу**

1. Розроблена узагальнена методика розрахунку можливих максимальних втрат маси насінневої суміші кондитерського соняшнику під час зберігання, яка включає наступні етапи: втрати при зважуванні; втрати при зміні вологості; втрати з урахування зміни фракційного складу; втрати при транспортуванні на вантажних автомобілях; втрати при вивантажуванні з вантажних автомобілів; втрати при виконанні технологічних операцій буртування, перекидання і завантаження; втрати при виникненні процесу її самонагрівання; втрати при затарюванні і вивантажуванні мішків.

2. Представлені приклади розрахунку можливих максимальних втрат маси насінневої суміші кондитерського соняшнику під час зберігання. Наведена характеристика вимірювального і технологічного обладнання.

3. У результаті експериментальних досліджень процесу зберігання насіння соняшнику у буртах в закритих приміщеннях встановлено динаміку переміщення насінневої суміші у складі. Встановлено, що в приміщення загалом прийшло 1697874 кг, а убрали 1681550 кг, що на 15517 кг менше. Тобто практично 15,5 т маси насінневої суміші зникло. Проведено розрахунок річних втрат на масі насінневої суміші (таблиця 3.1). Результати дають змогу стверджувати про достатньо високу точність обрахунку річних втрат маси насінневої суміші під час зберігання. Так різниця між реальним і розрахованим складає всього 44 кг.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 4.1 Охорона праці в приміщеннях для зберігання насіння соняшнику

У процесі зберігання та переробки зерна роботодавець зобов'язаний вживати заходів щодо запобігання впливу на працівників небезпечних і шкідливих виробничих факторів, у тому числі:

- рухомих механізмів і машин;
- незахищених рухомих частин виробничого обладнання;
- підвищеної або зниженої температури поверхонь обладнання і матеріалів;
- підвищеної напруги в електричному колі ланцюга, коротке замикання через тіло оператора;
- гострі краї, задирки та шорсткості на поверхні заготовок, інструментів та обладнання;
- висота робочої зони по відношенню до підлоги;
- несправності засобів доступу на робоче місце та до місць обслуговування (ступки, сходи, площадки, огорожі);
- пошкоджень (порушень) ізоляції електропроводки, токопровідних проводів і ручного електрифікованого інструменту;
- ковзких опорних поверхонь;
- несправності решіток на завалювальних ямах, зберігальних воронках, накопичувальних бункерах;
- підвищеної або зниженої вологості повітря;
- підвищеної або зниженої рухомості повітря;
- нестача природного або штучного освітлення на робочих місцях і в робочих приміщеннях;
- підвищений рівень ультрафіолетового випромінювання;
- підвищений рівень радіоактивного забруднення в районі або на робочому



місці;

– фізичне та нейропсихологічне перевантаження.

Переобладнання (виготовлення) машин і механізмів в організації повинно проводитися згідно з технічною документацією, схваленою в установленому порядку.

Умови праці на робочому місці повинні відповідати вимогам чинних нормативних документів, затверджених у встановленому порядку.

Роботодавці повинні дотримуватися національних нормативних вимог щодо захисту працівників.

Техніко-економічне обґрунтування, проектування, розміщення, будівництво, реконструкція та введення в експлуатацію організацій, що здійснюють діяльність, яка може чинити прямий або опосередкований вплив на навколишнє природне середовище, повинні відповідати вимогам екологічної безпеки та охорони здоров'я населення.

Організація повинна мати у своєму розпорядженні необхідне обладнання та засоби для запобігання забрудненню ґрунту, поверхневих і підземних вод, водозбірних басейнів і повітря.

Під час виконання робіт необхідно дотримуватися інших затверджених правил відповідно до встановлених процедур.

Усі працівники організації, включно з керівниками та спеціалістами виробництва, повинні проходити навчання, інструктаж і перевірку знань з охорони праці відповідно до Порядку навчання з охорони праці та перевірки знань вимог охорони праці працівників організації.

Працівники повинні проходити обов'язкові попередні (під час вступу на роботу) і періодичні (протягом трудової діяльності) медичні огляди.

#### **4.2 Вимоги безпечної організації робіт до технологічних процесів**

Виробничі процеси повинні відповідати затвердженим проектам, технічній документації та іншим нормативним документам.

Вимоги щодо безпеки технологічних процесів повинні бути викладені у технологічних документах, які затверджені в установленому порядку. У технічній документації мають бути наведені вимоги безпеки до основних і допоміжних процесів.

Технічні процеси, машини, механізми і виробничі приміщення повинні відповідати вимогам нормативного законодавства і нормативно-технічних документів з пожежної, електричної та вибухобезпеки.

Заходи захисту від небезпеки та вимоги щодо безпеки повинні бути викладені у технологічній документації у формі вказівок та вимог щодо безпечного виконання роботи, а також щодо використання засобів захисту працівників.

Доставка, приймання, зберігання та обробка зерна повинні відповідати вимогам проектів, технологічної документації, які затверджені в установленому порядку.

Доставка зерна автомобільним, залізничним або водним транспортом повинна проводитися з дотриманням правил перевезення, чинних для цих видів транспорту.

Устаткування, інструменти, інвентар, транспортні засоби, тара, стіни, підлоги, укоси та інші приміщення, зазначені в технічній настанові, повинні регулярно очищуватися та дезінфікуватися згідно зі встановленими процедурами та у строки, зазначені в затверджених нормативних документах.

Біля компресорів, судів, що працюють під тиском, насосів повинні бути розміщені інструкції з охорони праці при експлуатації цих установок, які затверджені в установленому порядку.

Обробка зерна повинна відповідати вимогам технологічної документації та інструкцій щодо експлуатації використовуваного обладнання, які затверджені в установленому порядку.

При використанні мінеральних добавок, хімічних речовин та інших компонентів (виробництво комбікорму), слід дотримуватися технологічних інструкцій, які затверджені в установленому порядку.

Замочування зерна має виконуватися згідно окремої технологічної

документації, затвердженої в установленому порядку та у відокремленому приміщенні з дотриманням вимог безпеки.

Виробництво та використання пари, гарячої води, експлуатація обладнання, яке споживає тепло, повинні здійснюватися з дотриманням вимог безпеки, встановлених для теплових установок і мереж, зазначених у технологічній документації, затвердженій в установленому порядку.

Вантажно-розвантажувальні роботи повинні проводитися відповідно до встановлених процедур і згідно з вимогами затвердженої технічної документації.

Фізичне навантаження під час виконання вантажно-розвантажувальних робіт вручну повинно відповідати гігієнічним нормам, затвердженим в установленому порядку.

Вантаж повинен перевозитися в пакуванні, контейнерах або обладнанні, зазначених у затвердженій технічній документації, відповідно до встановлених процедур.

В'їзд транспортних засобів, оснащених двигунами внутрішнього згорання, дозволяється лише у приміщення, які мають механічну витяжну вентиляцію, розраховану на видалення відпрацьованих газів двигуна з приміщення.

Кріплення вантажів і їх частин до підйомних механізмів при вантажопідйомних або розвантажувальних роботах повинно виконуватися за схемами стягування з використанням знімних пристроїв для захоплення вантажу, спеціальної тари або упаковки, зазначених у документації для транспортування цих вантажів. Застосовувані вантажозахоплювальні пристосування і засоби (ланцюги, канати, троси) повинні бути випробувані на міцність відповідно до вимог нормативно-технічних документів, затверджених у встановленому порядку.

Транспортні засоби на місцях виконання вантажно-розвантажувальних робіт повинні рухатися за схемою, затвердженою роботодавцем.

Виробництво і ремонт тари та упаковки повинні здійснюватися відповідно до вимог затвердженої технічної та технологічної документації в установленому порядку.

Відходи виробництва, що становлять небезпеку для здоров'я людини і

довкілля, повинні видалятися з робочих місць і з приміщень у міру їх накопичення та утилізуватися в порядку, встановленому чинним законодавством.

Системи контролю та управління технологічними процесами повинні забезпечувати захист працівників від можливого виникнення небезпечних або шкідливих виробничих факторів і гарантувати аварійне відключення виробничого обладнання.

Спецодяг, спецвзуття та інші засоби індивідуального захисту повинні видаватися за затвердженими нормами в установленому порядку.

Крім спеціального одягу і взуття, працівники повинні бути забезпечені гігієнічним одягом, гігієнічним взуттям і засобами захисту відповідно до вимог технічних документів і норм.

Працівники, забезпечені засобами індивідуального захисту (наприклад, респіраторами, протигазами, касками), мають бути ознайомлені з правилами їхнього використання, простими інструкціями з перевірки та, за необхідності, пройти спеціальне навчання щодо їхнього використання.

Засоби індивідуального захисту від ураження електричним струмом, зазначені в стандартах, повинні експлуатуватися і випробовуватися відповідно до вимог затверджених нормативно-технічних документів у встановленому порядку.

Організація повинна визначати тривалість робочого часу і часу відпочинку працівників відповідно до правил внутрішнього трудового розпорядку та чинного законодавства.

Організація повинна встановити розумну послідовність періодів роботи і відпочинку протягом зміни. Ця послідовність визначається умовами виробництва і характером виконуваної роботи, її важкістю і напруженістю.

Для відпочинку працівників повинні бути передбачені спеціальні приміщення і кімнати для психофізіологічного розвантаження.

Працівники, зайняті на роботах з фумігації та вологої дезінфекції, повинні знати фізико-хімічні властивості, способи знешкодження речовин, що застосовуються, особливості їхнього впливу на організм людини, симптоми отруєння, правила особистої гігієни та користування засобами індивідуального

захисту, порядок надання першої допомоги потерпілим.

Усі роботи, пов'язані з виробництвом і використанням приналежувальних речовин, мають проводитися під наглядом відповідальної особи і з використанням засобів індивідуального захисту. Для використання приманювальних засобів має бути видано дозвіл на роботу.

Принада повинна готуватися в спеціальному приміщенні, обладнаному в установленому порядку та відповідно до вимог затвердженої технічної документації.

### **4.3 Вимоги до виробничого обладнання та організації робочих місць**

Під час підготовки в установленому порядку затвердженої проектної та технічної документації необхідно враховувати вимоги безпеки виробничого устаткування, його розміщення та раціональної організації робочого місця на всіх стадіях.

Машини, механізми та інше виробниче устаткування, транспортні засоби, технічні процеси, матеріали, хімічні речовини, засоби індивідуального та колективного захисту працівників (зокрема імпорتنі) повинні відповідати вимогам охорони праці, встановленим у Російській Федерації, і мати сертифікат відповідності\*(8).

Устаткування повинно відповідати вимогам охорони праці протягом усього терміну служби і використовуватися відповідно до вимог затвердженої технічної документації в установленому порядку.

У процесі експлуатації промислове устаткування не повинно виділяти шкідливих речовин і забруднювати навколишнє середовище в кількостях, що перевищують допустимі значення, встановлені затвердженою нормативною документацією в установленому порядку.

Машини та обладнання, що випускаються на підприємстві, повинні відповідати вимогам нормативно-технічної документації. Виробнича документація

та інструкції з експлуатації повинні бути затверджені споживачем відповідно до чинного законодавства.

Технічне обладнання у виробничих приміщеннях повинно розміщуватися відповідно до вимог затвердженої технічної та конструкторської документації в установленому порядку. Робоче місце повинно відповідати вимогам затвердженої нормативно-правової документації з охорони праці в установленому порядку.

Розміщення виробничого обладнання повинно забезпечувати зручні та безпечні умови для обслуговування, ремонту та санітарної обробки і не повинно створювати перехресних потоків при русі працівників.

Устаткування повинно бути пофарбовано в кольори, що відповідають вимогам нормативних документів.

Машини, механізми, пристрої та устаткування повинні мати контрольну, попереджувальну, заборонну та аварійну сигналізацію відповідно до затвердженої технічної та конструкторської документації в установленому порядку.

Сигналізація повинна застосовуватися як самостійна система, так і в поєднанні з огороженнями, захисними пристроями, гальмівними пристроями, пусковими пристроями, пристроями керування устаткуванням і автоматичними засобами пожежогасіння.

Промислове обладнання повинно регулярно оглядатися і випробовуватися відповідно до встановлених процедур і в терміни, зазначені в затвердженій інструкції з експлуатації.

Рухомі частини конвеєрів, до яких можуть мати доступ працівники, повинні бути огорожені. Якщо конвеєр знаходиться над робочим місцем працівника, на ньому повинні бути встановлені захисні екрани для захисту працівників від предметів, що падають.

Транспортування продукції до місця подальшої переробки повинно здійснюватися відповідно до вимог безпеки та технічних інструкцій, затверджених у встановленому порядку.

Захисні огорожі, кришки, люки і завантажувальні майданчики для всіх видів обладнання повинні бути обладнані пристроями, що надійно утримують їх у

закритому (робочому) положенні, а за необхідності повинні бути заблоковані пусковим пристроєм, що виключає можливість пуску обладнання.

Резервуари, в яких зберігається зерно і продукти його переробки, повинні бути обладнані решітками, люками та огороженнями, що виключають можливість падіння в них працівників.

Млини, з метою зменшення їх шуму та вібрації, повинні бути встановлені на амортизуючих прокладках, виготовлених із матеріалів, що поглинають шум та вібрацію.

Джерела тепла (термошафи, сушильні камери, інше устаткування, що виділяє тепло, пар, гаряча вода, газо- і повітропроводи) мають бути обладнані пристроями та приладами, що виключають або обмежують конвективне або променисте тепловиділення в робочий простір.

Запобіжні клапани на тепловикористовуючому обладнанні мають бути забезпечені заглушками для захисту працівників від опіків. Крани і дренажні системи не повинні мати запірних клапанів.

Вибухові клапани на тепловикористовувальному обладнанні повинні бути забезпечені відгалужувальними коробками та огороженнями з боку працівників.

Під час виготовлення тари та упаковки повинні дотримуватися вимоги щодо захисту працівників, що діють у відповідній галузі.

Устаткування, що використовується для дозування, фасування та пакування, повинно експлуатуватися відповідно до вимог затверджених технічних і технологічних інструкцій у встановленому порядку.

Обладнання, використовуване для проведення ветеринарно-санітарних заходів, повинно бути у справному стані і відповідати вимогам технічних умов і технологічних інструкцій, затверджених в установленому порядку.

При експлуатації електроустановок необхідно дотримуватися правил технічної експлуатації електроустановок, затверджених в установленому порядку.

Для забезпечення технічної справності та безпеки для працівників необхідно своєчасно проводити технічне обслуговування, ремонт, випробування та огляди згідно з нормативною документацією, затвердженою в установленому порядку.

В організації повинні бути складені щорічні графіки технічного обслуговування та ремонту обладнання підвищеної небезпеки, затверджені роботодавцем або особою, відповідальною за технічний стан.

Ремонт і технічне обслуговування повинні проводитися на спеціально відведених майданчиках з використанням обладнання, інструментів і пристосувань, передбачених технологіями ремонту і технічного обслуговування.

Перед початком робіт з ремонту, демонтажу та монтажу обладнання в кожному окремому випадку повинен бути проведений інструктаж робітників щодо безпечних методів виконання робіт та забезпечення безпеки працюючих на суміжних, близько розташованих виробничих ділянках.

Роботи з ремонту обладнання повинні виконуватися тільки після повного його зупинення, зняття приводних ременів, вимкнення напруги та забезпечення необхідних заходів пожежно-вибухобезпеки.

Приймання об'єктів в експлуатацію після капітального ремонту оформлюється актом. Пуск цеху після капітального ремонту може здійснюватися тільки після письмового дозволу відповідальних осіб.

Монтаж вузлів обладнання, ланок трубопроводів і вентиляційних каналів поблизу електричних проводів (на відстані, рівній максимальній довжині монтованого вузла або ланки) повинен виконуватися при вимкнутій напрузі. У разі неможливості вимкнення напруги роботи слід проводити за нарядом-допуском, оформленим в установленому порядку.

#### **4.4 Висновки з розділу**

Безпека праці та технічна безпека обладнання є пріоритетними завданнями на виробництві, і всі заходи повинні бути прийняті для їх забезпечення. Тому розроблена відповідна інструкція з охорони праці в приміщеннях для зберігання насіння соняшнику.



## 5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 5.1 Організація проведення дослідження

Виявлено, що обґрунтування та розробка методики розрахунку максимальних втрат насіння соняшнику при зберіганні і закладки у складські приміщення. Методика враховує якісні характеристики насіння, має важливий науковий і практичний вагомий внесок у технологію виробництва соняшникової сировини на олійні і кондитерські цілі.

Згідно з метою наших досліджень, нашим основним завданням є обґрунтування втрат маси насіння соняшнику при зберіганні його насипом.

Згідно з поставленою метою, ми розробили відповідний план робіт, який наведено у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – План проведення науково-дослідних робіт дослідження

Стадія роботи	Вид роботи	Тривалість робіт $t_{ij}$ , дн.
1	Обґрунтування ідеї досліджень	4
2	Патентно-інформаційний огляд та аналіз	11
3	Розробка схеми і методичний опис виконання дослідної роботи	3
4	Параметри об'єктів дослідження та методики виконання дослідної роботи	3
5	Підготовка і відбір зразків насінневої суміші соняшнику	4
6	Налагодження параметрів системи вентиляції приміщення для зберігання	19
7	Вплив тривалості зберігання на стан насінневої суміші соняшнику	3

Стадія роботи	Вид роботи	Тривалість робіт $t_{ij}$ , дн.
8-10	Вплив тривалості зберігання на життєдіяльність насіння	8
11	Обґрунтування вибору технологічної схеми зберігання насінневої суміші соняшнику	7
12	Статичний обробіток отриманих даних і їх подальший аналіз	4
13	Оформленні результатів дослідної роботи і підготовка їх до друку	8

Згідно з графіком виконання робіт, була створена мережева діаграма, структура якої представлена на рис. 5.1.

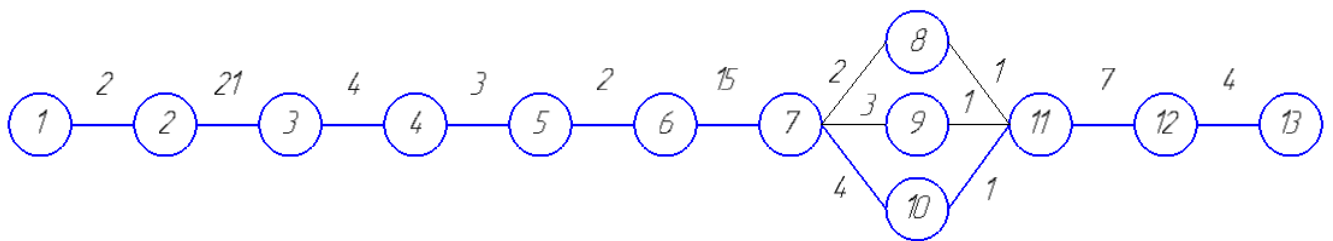


Рисунок 5.1 – Візуалізація графіка проведення робіт

## 5.2 Економічний розрахунок витрат на проведення дослідних робіт

Матеріальні витрати розраховуються за формулою як для основних, так і для додаткових матеріальних витрат:

$$M = \sum m_1 \cdot C_1, \quad (5.1)$$

де  $m_1$  – обсяг дослідницького матеріалу;

$C_1$  – ціни на матеріали дослідження, грн.

Результати розрахунків наведено в таблиці 5.2.

Система вентиляції знаходилась на підприємстві, тому її вартість не врахована. Маса насіння соняшнику обрано з врахуванням неповоротних втрат під час візування

насіння. Ціна на «кондитерський» соняшник значна вища за «олійний» і складає 18000 грн.

Таблиця 5.2 – Кількість і вартість витрачених матеріалів

Назва	Обсяг	Вартість, грн	Загальна сума, грн
Насіння соняшника, т	0,807	18000	14526
Загалом			14526

Витрати на заробітну плату виконавців досліджень представлені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Розрахунок витрат на оплату праці

Посада	Заробіток за місяць, грн	Заробіток за годину, грн	Кількість людино-годин	Загальна сума, грн
Науковий керівник кваліфікаційної роботи	10000	59,52	32	1904,64
Загалом				1904,64

Розраховані витрати на оплату праці становлять 419,02 грн.

Витрати на електроенергію розраховуються за формулою:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (5.2)$$

де  $M$  – потужність встановленого електрообладнання (кВт);

$K$  – питома потужність (Вт/кг) ( $K = 0,9$ );

$T$  – час роботи на обладнанні (год);

$a$  – ціна за електроенергію (грн/(кВт/год)).

Затрати енергії на обробку даних на персональному комп'ютері також обчислюються окремо:

$$E_2 = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 177 \cdot 1,68 = 347,91 \text{ грн.}$$

Система вентиляції є складовою складського приміщення, тому її витрати електроенергії для проведення досліджень не враховуємо:

$$E_{\text{заг}} = E_1 + E_2 = 0 + 347,91 = 347,91 \text{ грн.}$$

Витрати амортизації розраховується за такою формулою:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365}, \quad (5.3)$$

де  $A$  – знос та амортизація, грн;

$\Phi$  – вартість обладнання, грн;

$H$  – річна норма амортизації, %;

$t$  – тривалість проведення дослідження на обладнанні, днів.

Результати розрахунків представлені в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Результати розрахунку амортизації

Обладнання	Ціна, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Персональний комп'ютер	10000,00	24	23	151,23
Загалом				151,23

Накладні витрати розраховуються за наступною формулою:

$$\frac{(1904,64 \cdot 80)}{100} = 1523,71 \text{ грн.}$$

Загальний кошторис витрат за всіма типами витрат наведено в таблиці 5.5.

Згідно з оцінками, основними факторами витрат на проведення дослідження є витрати на оплату праці та закупівлю основних матеріалів.

Таблиця 5.5 – Загальні витрати всіх видів

Витрати	Вартість, грн.
Матеріали	14526,00
Оплата праці	1904,64
Нарахування на оплату праці	419,02
Електроенергія	347,91
Амортизація	151,23
Накладні витрати	1523,71
Загалом	18872,51

### 5.3 Розрахунок вартості дослідних робіт

Загальні витрати на дослідження та розробки розраховуються наступним чином:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (5.4)$$

де  $Ц$  – вартість дослідження та розробки, грн;

$C$  – витрати на дослідження та розробки, грн;

$P$  – рівень рентабельності ( $P = 30$ ), %.

$$Ц = 18872,51 + \frac{30 \cdot 18872,51}{100} = 24534,26 \text{ грн.}$$

Вартість дослідження та розробки складає 24534,26 грн.

### 5.4 Висновки з розділу

Відповідно до результатів економічних розрахунків, найбільші витрати за період дослідження склали 14526,00 грн. на матеріали та 1904,64 грн. на оплату праці. Загальна вартість робіт склала 24534,26 грн.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. За результатами аналітичного огляду встановлені основні процеси, що відбуваються в зерновій масі при зберіганні. Основним чинником зменшення маси зернової суміші є процес його дихання і обміну вологою. Встановлено, що внаслідок дихання виникають невідновні втрати сухої маси зерна, які слугують основою для нормування природних втрат зерна під час зберігання. В результаті аналізу режимів і способів зберігання зернової і насінневої суміші встановлена їх класифікація та наведена загальна характеристика.

2. Розроблена узагальнена методика розрахунку можливих максимальних втрат маси насінневої суміші кондитерського соняшнику під час зберігання, яка включає наступні етапи: втрати при зважуванні; втрати при зміні вологості; втрати з урахування зміни фракційного складу; втрати при транспортуванні на вантажних автомобілях; втрати при вивантажуванні з вантажних автомобілів; втрати при виконанні технологічних операцій буртування, перекидання і завантаження; втрати при виникненні процесу її самонагрівання; втрати при затарюванні і вивантажуванні мішків.

3. Представлені приклади розрахунку можливих максимальних втрат маси насінневої суміші кондитерського соняшнику під час зберігання. Наведена характеристика вимірювального і технологічного обладнання.

4. У результаті експериментальних досліджень процесу зберігання насіння соняшнику у буртах в закритих приміщеннях встановлено динаміку переміщення насінневої суміші у складі. Встановлено, що в приміщення загалом прийшло 1697874 кг, а убрали 1681550 кг, що на 15517 кг менше. Тобто практично 15,5 т маси насінневої суміші зникло. Проведено розрахунок річних втрат на масі насінневої суміші (таблиця 3.1). Результати дають змогу стверджувати про достатньо високу точність обрахунку річних втрат маси насінневої суміші під час зберігання. Так різниця між реальним і розрахованим складає всього 44 кг.

5. Безпека праці та технічна безпека обладнання є пріоритетними завданнями на виробництві, і всі заходи повинні бути прийняті для їх забезпечення.

Тому розроблена відповідна інструкція з охорони праці в приміщеннях для зберігання насіння соняшнику.

6. Відповідно до результатів економічних розрахунків, найбільші витрати за період дослідження склали 14526,00 грн. на матеріали та 1904,64 грн. на оплату праці. Загальна вартість робіт склала 24534,26 грн.

## Бібліографія

1. Пузік В.К. Стан і перспективи вирощування та формування ринку соняшнику в Україні / В.К. Пузік, В.М. Петров, Я.В. Бабарика // Посібник українського хлібороба. – 2014. – С. 1-18.
2. Маслак О. Економіка соняшнику в Україні / О. Маслак // Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу – <https://propozitsiya.com/ua/ekonomika-sonyashniku-v-ukrayini>.
3. Ільків Л.А. Ефективність виробництва високоолеїнового соняшнику в Україні / Л.А. Ільків // Молодий вчений. – 2017. – № 11 (51) – С. 1171-1174.
4. Ведмедева К.В. Особливий соняшник / К.В. Ведмедева // Журнал Агроном. – 2016. – № 21 – С. 162-164.
5. Кириченко В. В. Підсумки та перспективи досліджень з селекції соняшнику в Україні / В. В. Кириченко, К. М. Макляк, О. В. Кривошеєва, О. Г. Супрун, Б. Ф. Вареник, В. І. Крутько, Н. М. Кутіщева, К. В. Ведмедева // Селекція і насінництво. – 2011. – № 11 – С. 3-10.
6. Кириченко В. В. Виробництво соняшнику в Україні: стан і перспективи / Кириченко В.В., Коломацька В.П., Макляк К.М., Сивенко В.І // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. – 2010. – Випуск 7 – С. 281-287.
7. Приказ N 55 від 15.02.78. Про затвердження інструкції «Про порядок ведення обліку та оформлення операцій з зерном і продуктами його переробки на підприємствах хлібопродуктів системи» (<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/v0055400-78>).
8. Жемела Г.П., Шемавньов В.І., Олексюк О.М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва: підручник для студентів аграрних вузів III-IV рівнів акредитації. Полтава: Редакційно-видавничий відділ "Terra". 2003. 420 с.
9. Поляков О. Вирощування кондитерського соняшнику / О. Поляков, О. Нікітенко, В. Рожкован // Пропозиція. – 2013. – № 12. – С. 73–74.
10. Поляков О. Агроприйоми вирощування високоолеїнового соняшнику / О. Поляков, В. Рожкован, О. Нікітенко // Пропозиція. – 2013. – № 11. – С. 14–15.



11. Порядок визначення розміру збитків від розкрадання, нестачі, знищення (псування) матеріальних цінностей, затверджених постановою КМУ від 22.01.96р. №116. // Урядовий кур'єр. №20, 21. 1996.
12. Нестерчук Василь Володимирович. Продуктивність гібридів соняшнику залежно від густоти стояння рослин та мікродобрив в умовах Півдня України: дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.09 / Нестерчук Василь Володимирович. – Херсон, 2017. – 199 с.
13. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. (Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. – Львів: НВФ “Українські технології”, 2006.
14. Зінченко О. І. та ін. Рослинництво: Підручник / О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко; За ред. О. І. Зінченка. — К.: Аграрна освіта, 2001.
15. Abreu LAS, Carvalho MLM, Pinto CAG (2013) Deterioration of sunflower seeds during storage. *Journal of Seed Science* 35 (2): 240–247.
16. Bohomolov OV, Vereshko NV, Safonova OM, Cherevko OI, Shapovalenko OI (2008) Storage and processing of agricultural products: a textbook. Kharkiv: 542.
17. Chhabra R, Singh T (2019) Seed Aging, Storage and Deterioration: An Irresistible Physiological Phenomenon. *Agricultural Reviews* Vol. 40 Issue 3: 234–238.
18. Ghasemnezhad A, Honermeier B (2009) Influence of storage conditions on quality and viability of high and low oleic sunflower seeds. *International Journal of Plant Production* 3 (4): 39–48.
19. Kalenska SM, Novytska NV, Stepanenko YuP, Stoliarchuk TA, Taran VH, Ryzhenko AS, Yeremenko OA (2017) Longevity of oilseeds. *Herald of Agrarian Science* №12 (95): 63–70.
20. Oseyko M, Sova N, Lutsenko M, Kalyna V (2019) Chemical aspects of the composition of industrial hemp seed products. *Ukrainian Food Journal*. Vol. 8 (3): 544–559.
21. Oseyko MI (2006) Technology of vegetable oils: book. Kyiv: 280.
22. Osokina NM, Herasymchuk OP, Matviienko NP (2012) Grain storage and processing technology: book. Kyiv: 320.

23. Довідник із захисту рослин / Л.І.Бублик, Г.І.Васечко, В.П.Васильєв та ін.; За ред. М.П.Лісового. — К.: Урожай, 1999.
24. Каталог сортів і гібридів польових сільськогосподарських культур селекції Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН. – Харків.: Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, 2011.
25. Молоцький М. Я., Васильківський С. П., Князюк В. І., Власенко В. А. Селекція і насінництво сільськогосподарських рослин: Підручник. – К: Вища освіта, 2006.
26. ДСТУ EN 45501:2007. Прилади неавтоматичні зважувальні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань.
27. ГОСТ 29329-92. Терези для статичного зважування. Загальні вимоги.
28. ДСТУ 3382-96. Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювань прискорення сили ваги. Чинний від 1997-01-01 // Кат. нормат. док. К.: Держстандарт України, 2001. Група 17.020 (Т 84).
29. Миронов Е. Г. Методи та засоби вимірювань. Навчальний посібник. Навчальне електронне видання. Підготовлено кафедрою автоматики та інформаційних технологій. Науковий редактор: доц. канд. техн. наук В.І. Паутів. ГОУ ВПО УГТУ-УПІ. 2009. 463 с.
30. Дімов Ю. В. Метрологія, стандартизація та сертифікація: Підручник для вузів. 3-тє вид. СПб., 2010. 432 с.
31. Радкевич Я. М., Схиртладзе А. Г., Лактіонов Б. І. Метрологія, стандартизація та сертифікація: Навч. для вузів. М: Вища школа, 2004. 767 с.
32. Кравченко Н.С., Ревінська О.Г. Методи обробки результатів вимірювань та оцінки похибок у навчальному лабораторному практикумі. Томськ. Томський політехнічний університет. 2011. 86 с.
33. Маркін Н.С. Основи теорії обробки результатів вимірів. М.: Изд-во. стандартів, 1991. 176 с.
34. ДСТУ 8.401-80 Державна система забезпечення єдності вимірів. Класи точності засобів вимірів. Загальні вимоги

35. Тейлор Дж. Введення у теорію помилок. Пров. з англ. М.: Мир, 1985. 272 с.
36. Новицький П.В., Зограф І.О. Оцінка похибок та результатів вимірювань. Вища школа, 1985. 247 з.
37. Порядок визначення розміру збитків від розкрадання, нестачі, знищення (псування) матеріальних цінностей, затверджених постановою КМУ від 22.01.96р. №116. // Урядовий кур'єр. №20, 21. 1996.
38. Постанова 31.01.1985 № 12. «Про затвердження норм природного убутку окремих видів сільськогосподарської продукції при зберіганні та транспортуванні» (<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/v0012400-85>).
39. Філатов В.І., Баздирєв Г.І., Об'єдков М.Г. та ін Агробіологічні основи виробництва, зберігання та переробки продукції рослинництва. За ред. В.І. Філатова. М.: Колос, 1999. 724 з.
40. Мельник Б. Є., Лебедєв В. Б. Технологія приймання, зберігання та переробка зерна. М. Агропромиздат, 1990. 367 с.
41. ДСТУ 4811:2007. Насіння олійних культур. Методи визначення вологості.
42. ДСТУ 4601:2006. Насіння олійних культур. Методи відбирання проб.
43. ГОСТ 10852-86. Семена масличные. Правила приемки и методы отбора проб.
44. ГОСТ 29027-91. Влагомеры твердых и сыпучих веществ. Общие технические требования и методы испытаний.
45. ДСТУ 2708:2006 Національний стандарт України. Метрологія. Повірка засобів вимірювальної техніки. Організація та порядок проведення.
46. Мудров В. І., Кушко В. Л. Методи обробки вимірів: Радіо та зв'язок, 1983. 223 с.
47. Довідник з теорії ймовірностей та математичної статистики. Наука. 1985. 159 с.
48. Румшинський Л. З. Математична обробка результатів експерименту. Наука, 1971. 176 з.

49. Стародубцева О. І. Сергунов В. С. Практикум із зберігання зерна. 3-тє вид., перераб. та дод. М.: Агропромїздат. 1987. 192 с.

50. Малін Н.І. Технологія зберігання зерна. М: Колос, 2005. 280 з.

51. ГОСТ 10854-88. Семена масличные. Методы определения сорной, масличной и особо учитываемой примеси.

52. Приказ N 55 від 15.02.78. Про затвердження інструкції «Про порядок ведення обліку та оформлення операцій з зерном і продуктами його переробки на підприємствах хлібопродуктів системи» (<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/v0055400-78>).

53 . Чулков Андрій Сергійович. Підвищення ефективності збирально-транспортного комплексу на основі мобільних засобів зі змінними кузовами при збиранні зернових культур: дисертація ... кандидата технічних наук: 05.20.01 / Чулков Андрій Сергійович; [Місце захисту: Всерос. наук.-дослід. ін-т механізації сіл. госп-ва], 2013. 152 з.

54 . Фейденгольд В.Б., Алексеева Л.В., Заставний Г.А., Львова Г.А., Темірбекова С.А. Заходи боротьби з втратами зерна при заготівлях, післязбиральній обробці та зберіганні на елеваторах та хлібоприймальних підприємствах. М., Делі принт. 2007. 320 с.

55. Комишник Л.Д., Журавльов А.П., Хасанова Ф.М. Сушіння та зберігання насіння соняшнику. М., Агропромїздат. 1989. 95 з.

56. Жемела Г.П., Шемавньов В.І., Олексюк О.М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва: підручник для студентів аграрних вузів III-IV рівнів акредитації. Полтава: Редакційно-видавничий відділ "Terra". 2003. 420 с.

57. Постанова від 31 липня 2017 року № 35. Про затвердження Правил із забезпечення промислової безпеки вибухонебезпечних виробництв та об'єктів зберігання та переробки зерна ([http://www.pravo.by/upload/docs/op/W21732301p\\_1503435600.pdf](http://www.pravo.by/upload/docs/op/W21732301p_1503435600.pdf))

58. Шемавньов В.І., Грекова Н.В., Олексюк О.М. Практикум з технології зберігання та переробки зерна. Дніпропетровськ: ДДАУ. 2005. 200 с.

59. ГОСТ 27988. Семена масличные. Методы определения цвета и запаха.

60. ГОСТ 10853. Семена масличные. Метод определения зараженности вредителями.

61. ГОСТ 10858. Семена масличных культур. Промышленное сырье. Методы определения кислотного числа масла.

62. ГОСТ 26597. Подсолнечник. Метод определения кислотного числа масла с применением рН-метрии.